



ANAIS

**V SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM  
DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL**



**EDUNITE**

Organizadores:  
**Helder Guerra de Resende**  
**Gilberto Pivetta Pires**

# **ANAIS DO V 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 (5.:2024:Rio de Janeiro, RJ).  
Anais do V Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional / Universidade da Força Aérea; organização Helder Guerra de Resende; Gilberto Pivetta Pires. Rio de Janeiro; EDUNIFA, 2024.  
138p.

ISBN: 978-65-89535-18-8

1. Anais. 2. Forças Armadas. 3. Desempenho Humano Operacional. 4. Pesquisa Científica. I. Resende, Helder Guerra de. II. Pires, Gilberto Pivetta, III. Universidade da Força Aérea. V. Título.

CDU: 61:355.1

2024

**EDUNIFA**

Editora da Universidade da Força Aérea  
Av. Marechal Fontenelle, 1000 - Campo dos Afonsos  
Rio de Janeiro - RJ - CEP 21740-000  
Telefone: (21) 2157-2753  
*E-mail:* editora.unifa@fab.mil.br





ANAIS  
**V** SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM  
DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL



**EDUNITE**

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 Valdomiro 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**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. 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

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Selma Lúcia de Moura Gonzales, T Cel, Escola Superior de Defesa, ESD, Brasília, Brasil

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. 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 Carmelino da Costa, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

Asp BIB Nadjane Carvalho de Rezende, 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

## **Copyright©2024 – V Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (SPDHO) - 2023**

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

Cel Int R/1 Carlos Alberto Leite da Silva, Prof. Dr., 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, 2º Ten QOCon PED, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil.

### **Comissão Científica**

Prof. Dr. Adriano Percival Calderaro Calvo, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Bruno Ferreira Viana, CC (RM-3), 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 Bittencourt Ferreira, 1º Ten QOCon FIS, Hospital Central da Aeronáutica, HCA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Fabio Angioluci Diniz Campos, Academia da Força Aérea, AFA, 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>. 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>. Priscila dos Santos Bunn, CT MB, Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes, CEFAN, Marinha do Brasil, MB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Renato de Oliveira Massafferri, 1º Ten QOCon EFi, Instituto de Medicina da Aeronáutica, IMAE, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof. Dr. Vinicius de Oliveira Damasceno, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

# **Anais do V Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (2023)**

## **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>Identificação prematura de sintomas musculoesqueléticos como fator de prevenção na população militar</b> .....	8
Allan Pedro Nichele (AFA – FAB)	
Adriano Percival Calderaro Cavo (UNIFA – FAB)	
<b>Análise de fatores psicofisiológicos em pilotos militares de helicóptero</b> .....	16
Amanda Farias Soares (AFA – FAB)	
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)	
<b>Características do voo de patrulha e taxa global de carga de trabalho</b> .....	23
André Moura da Silva (UNIFA – FAB)	
Andrea Jansen da Silva (CBNB – FAB)	
Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)	
<b>Investigação de fatores determinantes para a conclusão do Curso de Comandos de Força Aérea</b> .....	29
Carla Mutto Ferreira Pontes Neves (HFASP – FAB)	
Bruno Ferreira Viana (CEFAN – MB)	
Paula Morisco de Sá (UNIFA – FAB)	
<b>A utilização dos questionários IPAQ e IMR em pilotos da Força Aérea Brasileira: instrumentos para a análise da relação entre o nível de atividade física e a incidência de lesões musculoesqueléticas</b> .....	37
Daniela Asfora de Oliveira (HAAF – UNIFA)	
Gilberto Pivetta Pires (UNIFA – FAB)	
<b>Comportamento sedentário, nível de atividade física e qualidade de sono em pilotos militares: avaliação e possível associação com componentes da síndrome metabólica</b> .....	45
Fábio de Queiroz Teixeira (HCA – FAB)	
Fabrcia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)	



<b>Efeitos do treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência de militares do Exército Brasileiro.....</b>	<b>53</b>
Gelson Luiz Pierre Junior (EsEFEx – EB)	
Danielli Braga de Mello (EsEFEx – EB)	
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAr – FAB)	
<b>O processo de identificação das tarefas de combate para os militares de Infantaria da Aeronáutica do Brasil.....</b>	<b>63</b>
Hassan Guimarães de Oliveira (BASV – FAB)	
Vinicius de Oliveira Damasceno (UNIFA – FAB)	
Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (UNIFA – FAB)	
<b>Avaliação de demandas físicas e fisiológicas do operador de busca e salvamento em combate da Força Aérea Brasileira .....</b>	<b>71</b>
Lucio Mauro Campos Silva Júnior (GAV – FAB)	
Renato de Oliveira Massafferri (IMAE – FAB)	
<b>Associação entre lesão musculoesquelética, demanda operacional e exercício físico em pilotos.....</b>	<b>81</b>
Marcio Henrique Malta Almeida (HCA – FAB)	
Helder Guerra de Resende (UNIFA – FAB)	
Vinicius de Oliveira Damasceno (UNIFA – FAB)	
<b>Componentes do condicionamento físico associados ao desempenho na marcha com carregamento de carga.....</b>	<b>92</b>
Marcos Vinício Alcântara Filho (CEFAN – MB)	
Priscila dos Santos Bunn (CEFAN – MB)	
<b>Prevalência de hipovitaminose D em militares e dependentes da Força Aérea Brasileira: um estudo retrospectivo .....</b>	<b>100</b>
Pamella Luiza dos Santos Benedetto (HCA – FAB)	
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)	
Leonice Aparecida Doimo (UNIFA – FAB)	
<b>O impacto da eletromiografia de superfície no treinamento da manobra anti-G de pilotos brasileiros .....</b>	<b>109</b>
Paulo Pires Júnior (IMAE - FAB)	
André Brand Bezerra Coutinho (IMAE - FAB)	

**Avaliação do desempenho no exercício de flexão na barra fixa e sua relação com variáveis antropométricas e força de preensão manual: Um estudo piloto**..... 122

Plínio de Souza Campos (CEFAN - MB)

Bruno Ferreira Viana (CEFAN - MB)

**Componentes do condicionamento físico associados ao risco de lesões musculoesqueléticas em militares**..... 128

Rafael Chieza Fortes Garcia (EsEFEx - EB)

Adriane Mara de Souza Muniz (EsEFEx - EB)

Priscila dos Santos Bunn (CEFAN - MB)

# APRESENTAÇÃO

Estamos tornando público os Anais do V Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (SPDHO). A quinta edição do SPDHO aconteceu nos dias 20 e 21 de março, nas dependências da Universidade da Força Aérea (UNIFA).

Trata-se de uma oportunidade para que militares e pesquisadores possam apresentar, debater e contribuir para a qualificação de seus projetos de pesquisa e de intervenção técnico-profissional no âmbito temático das variáveis biopsicossociais intervenientes no desempenho operacional de militares das Forças Armadas Brasileira.

Nesta quinta edição do SPDHO foram apresentados quinze trabalhos, sendo três com foco em temas circunscritos às dimensões comportamentais aplicadas ao desempenho humano operacional, e doze trabalhos relacionados às dimensões biodinâmicas aplicadas ao desempenho humano operacional.

Cabe destacar a enriquecedora parceria entre a Força Aérea Brasileira, a Marinha do Brasil e o Exército Brasileiro, representados por militares e pesquisadores civis de seus quadros, pelos Grandes Comandos e pelas diferentes Organizações Militares de diferentes Unidades da Federação, cujos Comandantes têm reconhecido e colaborado para o desenvolvimento das pesquisas e projetos de intervenção que justificam a existência do Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional, em nível de mestrado, na modalidade profissional.

Comissão Organizadora

Comissão Científica

V SPDHO

# Identificação prematura de sintomas musculoesqueléticos como fator de prevenção na população militar

Allan Pedro Nichele (AFA – FAB)

Adriano Percival Calderaro Cavo (UNIFA – FAB)

## RESUMO

Este estudo explora a literatura a respeito de sintomas musculoesqueléticos (SME) em militares, e tem por objetivo apresentar a importância de identificação prematura de fatores de risco como método de prevenção.

**Palavras-chave:** Sintomas musculoesqueléticos; Militares; Identificação; Fatores de risco; Prevenção.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Estatuto dos militares (Brasil, 2023), as Forças Armadas destinam-se a defender a Pátria e a garantir os poderes constituídos, a lei e a ordem. Em paralelo, a Concepção Estratégica Força Aérea 100 (Brasil, 2018) prevê que, para “manter a soberania do espaço aéreo e integrar o território nacional, com vistas à defesa da pátria”, a FAB necessita dos profissionais mais capacitados que possa dispor. Subentende-se, com isso, que tais militares devam estar prontos, intelectual e fisicamente, para atender às demandas que surjam, seja em tempo de paz ou de guerra.

O nível de prontidão militar é influenciado diretamente pela existência de Sintomas Musculoesqueléticos (SME) (Tegern *et al.*, 2020), os quais geram prejuízos (Reynolds *et al.*, 2009; Lopes *et al.*, 2021), limitações na execução das tarefas (Halvarsson *et al.*, 2018; Harwood, Rayson, Nevill, 1999) e até mesmo afastamentos de atividades operacionais e de rotina (Pļaviņa, Umbraško, 2015), o que resulta em altos custos de tratamento para recuperação e reabilitação (Jensen *et al.*, 2019; Dijkstra *et al.*, 2020). Esse enredo demonstra a importância de estudos sobre o tema para que ações preventivas sejam tomadas.

Baixo condicionamento físico (Cosio-Lima *et al.*, 2013; Andersen *et al.*, 2016; Honkanen *et al.*, 2020), histórico de lesões (Andersen *et al.*, 2016; Kucera *et al.*, 2016; Hearn *et al.*, 2021; Lopes *et al.*, 2021), treinamento excessivo (Heir, 1998; Rice, Mays, Gable, 2009; Cosio-Lima *et al.*, 2013; Radzak *et al.*, 2020; e características antropométricas (Harwood, Rayson, Nevill, 1999; Billings, 2004; Kucera *et al.*, 2016; Tomczak, Haponik, 2016; Hearn *et al.*, 2021) são fatores de risco para o desenvolvimento de SME. Em militares, nota-se que, entre as diferentes especialidades dos quadros operacionais, tais como Aviação, Infantaria e Intendência, as localizações corporais atingidas por SME são generalizados,



porém a intensidade e a incidência de acometimentos se mostram particulares de cada especialidade (Hämäläinen, 1999; Reynolds *et al.*, 2009; Halvarsson *et al.*, 2018). Portanto, nota-se a importância de investigações que objetivam aplicabilidade de desfechos na prevenção de SME em militares, sobretudo sob a ótica da especialidade operacional.

Com base em uma abordagem qualitativa e exploratória em base de dados públicos para revisão bibliográfica e documental, o presente estudo tem como objetivo apresentar a importância de identificação prematura de fatores de risco como método de prevenção.

## **2. PREVENÇÃO POR MEIO DA IDENTIFICAÇÃO DE FATORES DE RISCO DE SÍNTOMAS MUSCULOESQUELÉTICOS POR POPULAÇÃO**

A população militar possui um trabalho com alta demanda física, principalmente pelo nível de treinamento direcionado ao combate, como por exemplo voos de treinamentos em aeronaves de alta performance, patrulhas armadas e salto de paraquedismo, além de responsabilidades administrativas e quantidade de tempo em posições estáticas. A soma das características das atividades executadas por cada militar faz com que essa população se mostre particularmente suscetível a sintomas musculoesqueléticos (SME) (Andersen *et al.*, 2016; Halvarsson *et al.*, 2018; Honkanen *et al.*, 2018).

Os principais fatores de risco para o desenvolvimento de SME são: baixo condicionamento físico (Cosio-Lima *et al.*, 2013; Andersen *et al.*, 2016; Honkanen *et al.*, 2020), treinamento excessivo (Heir, 1998; Rice, Mays, Gable, 2009; Havenetidis, Kardaris, Paxinos, 2011; Cosio-Lima *et al.*, 2013; Lovalekar *et al.*, 2018; Radzak *et al.*, 2020), lesões anteriores (Andersen *et al.*, 2016; Kucera *et al.*, 2016; Hearn *et al.*, 2021; Lopes *et al.*, 2021) e características antropométricas (Harwood, Rayson, Nevill, 1999; Tomczak, Haponik, 2016; Billings, 2004; HearN *et al.*, 2021). Em militares, as regiões que apresentam SME mais prevalentes são os membros inferiores, principalmente joelho, quadril e tornozelos (Harwood, Rayson, Nevill, 1999; Havenetidis, Kardaris, Paxinos, 2011; Cosio-Lima *et al.*, 2013; Pļaviņa, Umbraško, 2015; Kucera *et al.*, 2016; Halvarsson *et al.*, 2018; Dijkstra *et al.*, 2020; Radzak *et al.*, 2020; Barbeau *et al.*, 2021); a coluna vertebral, em especial lombar e cervical (Hämäläinen, 1999; Reynolds *et al.*, 2009; Pļaviņa, Umbraško, 2015; Vanvalkenburg, Thompson, 2016; Halvarsson *et al.*, 2018; Tegern *et al.*, 2020; Lopes *et al.*, 2021), e ombros (Reynolds *et al.*, 2009; Tomczak, Haponik, 2016; Vanvalkenburg, Thompson, 2016; Halvarsson *et al.*, 2018).

As investigações (Kelley *et al.*, 2017; Honkanen *et al.*, 2018; Posch *et al.*, 2019; Tegern *et al.*, 2020) a respeito de sintomas musculoesqueléticos em aviadores militares podem ser agrupados quanto ao tipo de aeronave voada: (i) alta performance, geralmente de categoria acrobática ou de caça, com capacidade de alta carga de aceleração (Gz+); (ii) asa fixa, tais como transporte e patrulha; e (iii) pilotos de aeronaves de asas rotativas.

De forma geral, as áreas mais comuns afetadas por SME em pilotos são a região lombar e da cervical (Vanvalkenburg, Thompson, 2016; Kelley *et*

*al.*, 2017; Honkanen *et al.*, 2018; Posch *et al.*, 2019; Tegern *et al.*, 2020). Tais sintomas são causados, entre outros fatores, pelos longos períodos sentados em espaço confinado, vibração, alta variação termal e exposição ao Gz+. Tegern e colaboradores (Tegern *et al.*, 2020) mostram, por exemplo, maiores chances de dor no pescoço entre pilotos em comparação com os oficiais do exército nos países da OTAN. Já entre os aviadores, a exposição à alta carga Gz+ em pilotos de caça tem sido associada com um risco aumentado de distúrbios da coluna vertebral (Honkanen *et al.*, 2018), inclusive na degeneração prematura da coluna cervical e lombar (Hämäläinen, 1999).

A prevalência de SME em militares da força terrestre se concentra nos joelhos, nos tornozelos, nos pés e na região lombar (Andersen *et al.*, 2016; Honkanen *et al.*, 2018; Tegern *et al.*, 2020). Apesar da similaridade das regiões de SME entre combatentes de solo e pilotos, aparentemente há especificidade de etiologia e de intensidade dos SME em função da operacionalidade militar (Reynolds *et al.*, 2009; Vanvalkenburg, Thompson, 2016; Halvarsson *et al.*, 2018).

Durante um estudo prospectivo de dois anos, Reynolds e colaboradores (2009) analisaram os SME apresentados por militares de diferentes especialidades, e foi observado que o treinamento de marchas com equipamentos pesados, atividades ocupacionais com veículos pesados, transporte de artilharia, e treinamento e preparação física foram decisivos na gravidade e localização dos locais afetados. Por exemplo, mais de 80% dos ferimentos nos soldados das forças especiais estavam relacionados ao treinamento físico e esportes; por outro lado, no caso dos engenheiros de combate, 30% dos problemas foram ligados às marchas militares e atividades específicas da função.

Militares que atuam nas áreas administrativas têm menor risco de desenvolvimento de SME em comparação com soldados de combate (Halvarsson *et al.*, 2018), porém, os SME se concentram na coluna e membros superiores. Tais sintomas são causados por longas horas na posição sentada, movimentos repetitivos e ergonomia deficitária (Janwantanakul *et al.*, 2008).

Por outro lado, a ocorrência de SME durante o treinamento básico de recrutas e cadetes é elevada (Heir, 1998; Cosio-Lima *et al.*, 2013; Kucera *et al.*, 2016; Bunn *et al.*, 2021). A prevalência dos SME se concentra em região lombar e membros inferiores, possivelmente devido aos altos volumes de atividades de marcha, salto e corrida durante o treinamento básico (Hearn *et al.*, 2021; Lopes *et al.*, 2021).

Durante o período de formação, o cadete evolui suas habilidades físicas velozmente, induzindo-o a adotar cargas de treinamento com sobrecarga elevada para o sistema musculoesquelético, particularmente na extremidade inferior (Cosio-Lima *et al.*, 2013). Durante o treinamento básico militar de sete semanas na Grécia (Havenetidis, Kardaris, Paxinos, 2011), por exemplo, verificou-se que 28,3% dos soldados apresentaram SME; dos sintomas relatados, mais de 75% se concentraram nos membros inferiores.

Já em um treinamento básico de quatro semanas na Suécia, 68% dos fuzileiros navais, com idade média de 21,8 anos, relataram pelo menos um episódio de dor na região lombar (Monnier *et al.*, 2019). Neste caso, verificou-se associação entre

o episódio relatado com histórico de SME, o que demonstra a importância de que ações preventivas, logo no início da carreira dos militares, sejam aplicadas (George *et al.*, 2012; Paiva, 2014; Paiva Monnier *et al.*, 2019).

Sammito e colaboradores (2021) estabeleceram 21 fatores de risco para o desenvolvimento de SME em militares, categorizados em ordem de gravidade e de etiologia, descritas de maneira geral do quadro abaixo:

**Quadro 1-** Modelo de SME com a classificação do fator de risco em 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordens

Etiologia do Fator de Risco		Gravidade do Fator de Risco		
		3 <sup>a</sup> Ordem	2 <sup>a</sup> Ordem	1 <sup>a</sup> Ordem
Extrínseco	Modificável	-	-	Carregamento de Carga
		-	-	Altas Cargas de Treinamento durante período de Treinamento Militar
	Não Modificável	Ocupação Anterior	Especialidade Operacional Militar	-
		-	Local de Ocupação	-
		-	Estação Climática do Ano (Verão)	-
	Intrínseco	Modificável	Tabagismo	Sobrepeso/Obesidade/Maior Porcentagem de Gordura Corporal
Nível de Vitamina D			Menor Massa Corporal	-
-			Baixo Condicionamento Físico/Força Muscular	-
Não Modificável		Maior Idade	Lesão Musculoesquelética Prévia	-
		Genotípica	Anatomia dos Pés	-
		Maior Tempo de Serviço		-
		Baixo Condicionamento Físico Prévio ao Exercício Militar		-

**Fonte:** Adaptado de Sammito e colaboradores (2021)

Paralelamente, um estudo a respeito das estratégias de prevenção de lesões (Wardle, Greeves, 2017), com base em revisão de literatura, buscou fazer recomendações para prevenir SME relacionados ao treinamento físico. Dentro da literatura que atendeu aos critérios e inclusão, publicados entre 2008 e 2015, observou-se que uma das principais estratégias que obteve melhores

resultados estava relacionada à melhora de supervisão e consciência de lesões e também esforços de prevenção de lesões.

Diversos são os estudos que visam desenvolver estratégias de enfrentamento aos SME comuns aos militares. Como exemplo, Jones, Canham-Chervak e Sleet (2010) verificaram as etapas para a tomada de decisão sobre políticas de prevenção de lesões para as Forças Armadas dos EUA, no qual foram investigados os processos de saúde pública, qualidade de informações e critérios de prioridade para prevenção de traumas. Dentre os diversos tópicos destacados no estudo, pode-se analisar as principais etapas funcionais do processo de prevenção de lesões:

**Vigilância:** A vigilância médica e de segurança rastreia rotineiramente frequências, taxas e tendências de lesões e outros problemas de saúde. Os dados são usados para identificar problemas em andamento e emergentes e para ajudar a definir prioridades. A vigilância também pode ajudar a monitorar a eficácia da política e do programa. Pesquisa de campo e investigações sobre fatores de risco e causas: Pesquisas e, até certo ponto, investigações de campo de saúde publicadas fornecem informações sobre a incidência de lesões e outros problemas de saúde e determinam causas e fatores de risco para problemas de saúde.

**Pesquisa sobre intervenções:** “ A pesquisa também pode realizar ensaios de intervenção, randomizados e não randomizados, para determinar o que funciona para prevenir lesões e outros problemas de saúde. Ensaios de intervenções fornecem informações sobre a eficácia das estratégias de prevenção.

**Programa e política de implementação:** Formuladores de políticas, supervisores do local de trabalho, comandantes militares e outras autoridades direcionam a implementação de prevenção de lesões e outras políticas, programas e estratégias de saúde pública para proteger populações e comunidades.

**Avaliação e monitoramento de programas e políticas:** Uma vez implementadas políticas, programas e estratégias, a eficácia dessas atividades deve ser avaliada para determinar a eficácia das ações. Os dados de vigilância também podem ser usados para monitorar a eficácia contínua (Jones, Canham-Chervak, Sleet, 2010).

Tendo em vista que cadetes são expostos tanto aos fatores de risco relacionados com a rapidez de sobrecarga de treinamento físico básico (Lopes *et al.*, 2021; Cosio-Lima *et al.*, 2013; Bunn *et al.*, 2021), quanto aos demais fatores que os oficiais similares se submetem (Hearn *et al.*, 2021), mostram-se fundamentais o monitoramento e a erradicação dessas condições e, posteriormente, da implementação de programas de condicionamento especializado (Cosio-Lima *et al.*, 2013; Andersen *et al.*, 2016; Tomczak, Haponik, 2016; Tegern *et al.*, 2020).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prevalência dos sintomas musculoesqueléticos é comum entre os diversos ramos de militares, porém, há variação entre a intensidade dos acometimentos de acordo com a especificidade de cada função militar.



Com o objetivo de garantir a prontidão e a eficácia no serviço do país, as investigações acerca do (i) mapeamento dos fatores de risco por especialidade operacional, (ii) programas preventivos de SME, e sobretudo de (iii) SME em militares em formação acadêmica são fundamentais.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, K. A. *et al.* Musculoskeletal lower limb injury risk in army populations. **Sports Medicine - Open**, v. 2, n.22, 2016.
- BARBEAU, P. *et al.* Musculoskeletal injuries among females in the military: A scoping review. **Military Medicine**, v. 186, n. 9-10, p. e903-31, 2021.
- BILLINGS, C. E. Epidemiology of injuries and illnesses during the United States Air Force Academy 2002 Basic Cadet Training program: Documenting the need for prevention. **Military Medicine**, v. 169, n. 8, p. 664-70, 2004.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Força Aérea Brasileira. Portaria nº 1.597/GC3, de 10 de outubro de 2018 - Aprova a reedição da DCA 11-45 “Concepção Estratégica - Força Aérea 100”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 180, 15 out. 2018.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 6.880, de 9 de dezembro de 1980. Estatuto dos Militares**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6880.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6880.htm). Acesso em: 10 fev. 2023.
- BUNN, P. S. *et al.* Risk factors for musculoskeletal injuries in military personnel: a systematic review with meta-analysis. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 94, n. 6, p. 1173-89, 2021.
- COSIO-LIMA, L. M. *et al.* U.S. Coast Guard Academy injury and risk factor study. **British Journal of Medicine & Medical Research**, v. 3, n. 4, p. 914-27, 2013.
- DIJKSMA, C.I. *et al.* Epidemiology and financial burden of musculoskeletal injuries as the leading health problem in the military. **Military Medicine**, v. 185, n. 3–4, p. e480-6, 2020.
- GEORGE, S. Z. *et al.* Predictors of occurrence and severity of first-time low back pain episodes: Findings from a military inception cohort. **PLoS ONE**, v. 7, n. 2, p. e30597, 2012.
- HALVARSSON, A. *et al.* Self-reported musculoskeletal complaints and injuries and exposure of physical workload in Swedish soldiers serving in Afghanistan. **PLoS ONE**, v. 13, n. 4, p. 0195548, 2018.
- HÄMÄLÄINEN, O. Thoracolumbar pain among fighter pilots. **Military Medicine**, v. 164, n. 8, p. 595–6, 1999.

- HARWOOD, G. E.; RAYSON, M. P.; NEVILL, A. M. Fitness, performance, and risk of injury in British Army Officer Cadets. **Military Medicine**, v. 164, n. 6, p. 428-34, 1999.
- HAVENETIDIS, K.; KARDARIS, D.; PAXINOS, T. Profiles of musculoskeletal injuries among greek army officer cadets during basic combat training. **Military Medicine**, v. 176, n. 3, p. 297-303, 2011.
- HEARN, D. W. *et al.* Lower extremity musculoskeletal injury in US Military Academy Cadet basic training: A survival analysis evaluating sex, history of injury, and body mass index. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 10, 23259671211039841, 2021.
- HEIR, T. Musculoskeletal injuries in officer training: one-year follow-up. **Military Medicine**, v. 163, n. 4, p. 229-33, 1998.
- HONKANEN, T. *et al.* Assessment of muscular fitness as a predictor of flight duty limitation. **Military Medicine**, v. 183, n. 11-2, p. e693-8, 2018.
- HONKANEN, T. *et al.* Muscular fitness improves during the first year of academy studies among fighter pilot cadets. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 24, 9168, 2020.
- JANWANTANAKUL, P. *et al.* Prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among office workers. **Occupational Medicine**, v. 58, n. 6, p. 436-8, 2008.
- JENSEN, A. E. *et al.* Prevalence of musculoskeletal injuries sustained during marine corps recruit training. **Military Medicine**, v. 184, n. 1, p. 511-20, 2019.
- JONES, B. H.; CANHAM-CHERVAK, M.; SLEET, D. A. An evidence-based public health approach to injury priorities and prevention: Recommendations for the U.S. Military. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 38, n. 1, p. S1-10, 2010.
- KELLEY, A. M. *et al.* Reported back pain in army aircrew in relation to airframe, gender, age, and experience. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 88, n. 2, p. 96-103, 2017.
- KUCERA, K. L. *et al.* Association of injury history and incident injury in cadet basic military training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 6, p. 1053-61, 2016.
- LOPES, T. J. A. *et al.* Trunk endurance, posterior chain flexibility, and previous history of musculoskeletal pain predict overuse low back and lower extremity injury: a prospective cohort study of 545 Navy Cadets. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 24, n. 6, p. 555-60, 2021.

- LOVALEKAR, M. *et al.* Epidemiology of musculoskeletal injuries among US Air Force Special Tactics Operators: An economic cost perspective. **BMJ Open Sport and Exercise Medicine**, v. 4, n. 1, p. e000471, 2018.
- MONNIER, A. *et al.* A longitudinal observational study of back pain incidence, risk factors and occupational physical activity in Swedish marine trainees. **BMJ Open**, v. 9, n. 5, p. e025150, 2019.
- PAIVA, P. C. **O papel da atividade física na tolerância à força G dos aviadores de caça da Força Aérea Brasileira.** 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aeroespaciais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2014.
- PLAVIŇA, L.; UMBRAŠKO, S. Analysis of musculoskeletal symptoms (pain) and characteristics of the anthropometric parameters in the military personnel. **Papers on Anthropology**, v. 24, n. 2, p. 86-93, 2015.
- POSCH, M. *et al.* Prevalence and potential risk factors of flight-related neck, shoulder and low back pain among helicopter pilots and crewmembers: A questionnaire-based study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 20, n. 1, p. 44, 2019.
- RADZAK, K. N. *et al.* Musculoskeletal injury in reserve officers' training corps: A report from the athletic training practice-based research network. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 8, n. 9, 232596712094895, 2020.
- REYNOLDS, K. *et al.* A comparison of injuries, limited-duty days, and injury risk factors in infantry, artillery, construction engineers, and special forces soldiers. **Military Medicine**, v. 174, n. 7, p. 702-8, 2009.
- RICE, V. J. B.; MAYS, M. Z.; GABLE, C. Self-reported health status of students in-processing into military medical advanced individual training. **Work**, v. 34, n. 4, p. 387-400, 2009.
- TEGERN, M. *et al.* Musculoskeletal disorders and their associations with health- And work-related factors: A cross-sectional comparison between Swedish air force personnel and army soldiers. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 21, n. 1, 2020.
- TOMCZAK, A; HAPONIK, M. Physical fitness and aerobic capacity of Polish military fighter aircraft pilots. **Biomedical Human Kinetics**, v. 8, n. 1, p. 117-23, 2016.
- VANVALKENBURG, K. C. R.; THOMPSON, A. J. **Musculoskeletal pain in high-G aircraft training programs: A survey of student and instructor pilots.** Ohio: USAF School of Aerospace Medicine, 2016.
- WARDLE, S. L.; GREEVES, J. P. Mitigating the risk of musculoskeletal injury: A systematic review of the most effective injury prevention strategies

# Análise de fatores psicofisiológicos em pilotos militares de helicóptero

Amanda Farias Soares (AFA – FAB)

Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)

## RESUMO

Objetivamos analisar a carga de trabalho psicofisiológica de um piloto militar de helicóptero nas diferentes fases de um voo de resgate, visando estabelecer protocolos para aprimorar o desempenho no cumprimento das missões operacionais.

**Palavras-chave:** Aviador; Atividade aérea; Variabilidade da frequência cardíaca; Estresse; Sistema nervoso autônomo.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Com o avanço da aviação mundial e um mundo cada vez mais globalizado e integrado, torna-se fundamental a existência de um serviço que permita maior segurança nas operações aéreas e marítimas, atividades industriais relacionadas, comércio, turismo e entretenimento (Imo, 2016a). Nesse contexto, tem origem o Serviço de Busca e Salvamento (SAR – do inglês Search and Rescue), objetivando prestar assistência onde houver perigo da vida humana.

Para atingir cobertura global, cada País possui a responsabilidade de prover serviços de resgate em seu território, águas continentais e alto-mar, quando aplicável (Imo, 2016b). No Brasil, o Serviço SAR possui uma área de responsabilidade da ordem de 22 milhões de km<sup>2</sup>, grande parte sobre o Oceano Atlântico e a Amazônia. Assim, os elos do sistema prestam assistência ininterrupta a sobreviventes de acidentes aéreos ou marítimos (Brasil, 2016), além de socorrer vítimas nos estágios iniciais de desastres naturais (Imo, 2016a).

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) é o órgão responsável por prestar o serviço SAR no Brasil. Para tanto, a Força Aérea Brasileira conta com unidades de Busca e Salvamento distribuídas pelo território nacional, providas de aeronaves de busca, helicópteros de resgate, pessoal treinado e equipamento apropriado para executar as missões com a rapidez necessária (Brasil, 2019). Assim, tão logo o DECEA tenha conhecimento de uma tripulação em perigo, coordenará os meios disponíveis para localizar e resgatar as vítimas o mais breve possível.

Além desse cenário inopinado e desconhecido, os pilotos de uma missão SAR conduzem a aeronave a baixa altura, o que aumenta a complexidade do voo. Além disso, as manobras de resgate envolvem a coordenação de toda a tripulação: enquanto os homens de resgate desembarcam do helicóptero por meio de guincho



ou corda de rapel, o restante da tripulação (pilotos, mecânicos e operadores de equipamentos) mantém a aeronave estabilizada em movimentos precisos. Esse tipo de manobra produz um estresse extra na tripulação devido à proximidade com obstáculos e necessidade de atenção, foco e rápido processamento de informações (Vicente-Rodríguez *et al.*, 2020).

Ainda, os tripulantes de uma missão SAR são submetidos aos efeitos fisiológicos da atividade aérea, como rápidas variações de altitude, hipóxia, desorientação, ilusão de ótica, fadiga, ruído, vibração, força gravitacional, além de outros fatores estressores ao organismo humano (Reinhart, 2007).

Nesse contexto, a atividade de Busca e Salvamento caracteriza-se por elevada carga de trabalho (fisiológica, cognitiva e estresse), especialmente para os pilotos, os quais possuem a responsabilidade de conduzir a aeronave e coordenar a tripulação para o cumprimento da missão de forma segura e eficaz.

Fatores como estresse elevado, fadiga, desidratação e nutrição deficiente podem resultar em diminuição da performance cognitiva, enquanto boa capacidade aeróbia e valores-base altos de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) estão relacionados a boa adaptação do organismo do indivíduo e, conseqüentemente, da utilização dos recursos cognitivos (Martin *et al.*, 2020).

Assim, compreender o estado psicofisiológico do piloto torna-se fundamental para a segurança das missões de resgate. Ao mesmo tempo, é imprescindível a utilização de equipamentos de monitoramento simples, não-invasivos, que não afetem a segurança de voo e que sejam capazes de captar alterações fisiológicas em tempo real.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA**

A atividade militar é caracterizada por níveis elevados de estresse, seja em treinamento ou operações reais. O nível de estresse do indivíduo é regulado pelo sistema nervoso autônomo (SNA) que ativa a modulação simpática quando uma situação de perigo é percebida (Bustamante-Sánchez *et al.*, 2020). Quando o estímulo estressor desaparece, o organismo restabelece a homeostase, por meio da ativação dos componentes parassimpáticos. Nesse sentido, o estresse provoca respostas fisiológicas no indivíduo, tais como alterações na frequência cardíaca (FC) e sua variabilidade (Acharya *et al.*, 2006).

O batimento do coração não é regular, portanto variações na FC são esperadas e indicam a capacidade do organismo de responder a estímulos externos. Essas oscilações nos intervalos de batimentos consecutivos (intervalo R-R) são denominadas variabilidade da frequência cardíaca (Acharya *et al.*, 2006). De forma geral, altos valores de VFC indicam boa adaptação, caracterizando um sistema autônomo saudável. Por outro lado, a baixa VFC é indicador de adaptação anormal do SNA (Pumprla *et al.*, 2002). Dessa forma, o estudo da VFC é um bom indicador da saúde cardíaca do indivíduo.

Sua utilização, entretanto, não se restringe ao estudo de patologias. Devido ao baixo custo e simplicidade para obtenção de dados, a VFC vem sendo utilizada para acessar o equilíbrio do SNA em ambientes estressantes, como combate (Delgado-Moreno *et al.*, 2019), salto de paraquedas (Clemente-Suárez, Robles-Pérez, Fernández-Lucas, 2017), câmara hipobárica (Bustamante-Sánchez, Delgado-Terán, Clemente-Suárez, 2019) e atividade aérea, real (Hormeño-Holgado, Clemente-Suárez, 2019) e simulada (Villafaina *et al.*, 2021).

Na aviação, informações relevantes relativas à demanda psicofisiológica podem ser acessadas por meio da VFC, em diversos perfis de voo. O voo simulado, apesar de não sujeitar os pilotos às demandas físicas da atividade aérea, provoca alterações na atividade autonômica (Mansikka *et al.*, 2016; Kutilek, P. *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2022). Nesse cenário, a VFC pode ser utilizada para acessar diferentes níveis de exigência cognitiva de uma tarefa. Em voos de emergência, por exemplo, situações que exigem menor tempo de reação produzem maior atividade simpática, indicando maior demanda do que tarefas conhecidas e esperadas (Santos *et al.*, 2022).

Do mesmo modo, diferentes fases do voo podem ser comparadas, visando estabelecer em quais momentos os pilotos devem focar a atenção. Decolagens e pousos são manobras exigentes que produzem elevada resposta autonômica dos pilotos, entretanto o pouso demanda maior carga de trabalho (Villafaina *et al.*, 2021).

Nos voos reais, além da demanda cognitiva, está presente o estresse físico. O estudo da VFC, nesse caso, permite acessar o estado geral do piloto, monitorando o estresse e a recuperação do SNA. Em um voo de helicóptero, por exemplo, uma manobra de resgate com guincho produziu um aumento na modulação simpática em todos os integrantes da tripulação (pilotos, mecânicos e homens de resgate), independente do papel desempenhado. Nesse caso, a maior resposta simpática ocorreu no primeiro procedimento de resgate realizado, ou seja, momento de maior estresse psicológico e demanda cognitiva (Vicente-Rodriguez, Clemente-Suárez, 2021).

O voo de combate aéreo, realizado em avião de caça, também produziu elevada resposta psicofisiológica nos pilotos. Valores reduzidos de VFC desde o início do voo refletiram uma alta resposta antecipatória e alta demanda das manobras ofensivas e defensivas de combate (Hormeño-Holgado, Clemente-Suárez, 2019).

Outro fator que influencia a resposta autonômica é o horário de realização de voo. O período noturno produz maior ativação do sistema nervoso simpático, indicando um estresse adicional nas tripulações que voam nesse período. Por outro lado, o voo por instrumento, realizado durante o dia, provoca redução contínua nos índices de VFC. Essa modulação simpática reduzida aponta para uma crescente demanda cognitiva, devido ao elevado nível de concentração necessário para voar utilizando apenas os instrumentos da aeronave, sem estar visual com o exterior (Bustamante-Sánchez, Clemente-Suárez, 2020).

Isso indica que o perfil do voo, a duração, o tipo de aeronave, o horário de realização e a função a bordo impactam diretamente na resposta psicofisiológica

da tripulação. Do mesmo modo, o tempo de recuperação do SNA também será distinto para cada população analisada.

O voo de longa duração, por exemplo, pode provocar alterações na VFC que permanecem por até cinco horas (Sauvet *et al.*, 2009), enquanto um voo de caça provocou uma retirada vagal de até uma hora após o voo (Oliveira-Silva, Boullosa, 2015). Ainda, alguns índices da VFC permaneceram alterados durante vinte minutos após um voo de helicóptero, somente em pilotos e mecânicos, apontando para uma melhor recuperação do grupo controle, possivelmente por não possuírem a responsabilidade da função a bordo da aeronave (Bustamante-Sánchez, Clemente-Suárez, 2020).

Nos voos reais, observa-se também o estresse termal, responsável por causar desidratação nos tripulantes. O nível de hidratação está diretamente relacionado ao controle autonômico do piloto, durante e após o voo (Oliveira-Silva, Boullosa, 2015). Tal fato implica em redução da performance cognitiva e ignorá-lo pode ser prejudicial à segurança de voo (Martin *et al.*, 2020).

Apesar da ampla utilização da VFC como método de acessar a carga de trabalho em ambientes estressantes, a aviação brasileira carece de estudos que apresentem o perfil psicofisiológico de pilotos de helicóptero em situação de resgate. Assim, torna-se necessário quantificar a carga de trabalho a qual um piloto de resgate é exposto a fim de desenvolver estratégias capazes de aprimorar a performance nos voos e, conseqüentemente, a segurança das operações aéreas.

### 3. OBJETIVO GERAL

Analisar a carga de trabalho psicofisiológica de um piloto militar de helicóptero nas diferentes fases de um voo de resgate, visando estabelecer protocolos para aprimorar o desempenho no cumprimento das missões operacionais.

### 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a FC e a VFC do piloto antes, durante e após a realização de um procedimento de resgate;
- Comparar o perfil autonômico do piloto em um dia de voo e um dia controle;
- Compreender quais parâmetros da VFC são mais influenciados pela atividade aérea;
- Identificar as fases de maior carga de trabalho para o piloto durante o procedimento de resgate;
- Investigar se o estresse gerado pelo voo produz alguma resposta antecipatória;
- Verificar o nível de hidratação do piloto antes e após a realização do voo;
- Analisar se há relação entre modulação autonômica e hidratação; e
- Verificar se há relação entre modulação autonômica e nível de condicionamento físico.

## 5. APLICABILIDADE E RELEVÂNCIA

Apesar do estresse em níveis moderados ser benéfico à performance, o excesso de agentes estressores pode levar a julgamento inadequado e processo de tomada de decisão deficiente (Kavanagh, 2005).

De acordo com o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), nos últimos 10 anos, ocorreram 508 acidentes aéreos nos quais o julgamento do piloto aparece como fator contribuinte e 226 acidentes elencam processo decisório como colaborador (Brasil, 2023).

Considerando a elevada influência do fator humano nos acidentes aeronáuticos, nota-se a importância de aprofundar os estudos sobre a carga de trabalho psicofisiológica do piloto durante o voo. Embora não seja possível extinguir o estresse na atividade aérea, é possível minimizar seu impacto, estabelecendo programas de intervenção.

Para tanto, o monitoramento do estado físico e mental dos pilotos durante a atividade aérea permitirá identificar os momentos de maior carga de trabalho, reconhecer as fases do voo de maior necessidade de atenção, promover períodos de descanso adequados e estabelecer protocolos para aumentar a eficiência do treinamento e segurança da atividade aérea.

## REFERÊNCIAS

ACHARYA, U. R. *et al.* Heart rate variability: A review. **Medical and Biological Engineering and Computing**, v. 44, n. 12, p. 1031-51, 2006.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento do Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA no 137/DECEA, de 29 de junho de 2016. Aprova a edição da Instrução que trata da prestação do Serviço de Busca e Salvamento (ICA 64-7). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, n. 112, 2016.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA No 184/DGCEA, de 24 de outubro de 2019. Aprova a reedição do Plano de Busca e Salvamento Aeronáutico Brasileiro (PCA 64-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, n. 203, 2019.

BRASIL. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Panorama dos acidentes nos últimos 10 anos**. Brasília, DF: SIPAER, 2023. Disponível em: <https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br>. Acesso em: 18 fev. 2023.

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.

BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, Á. *et al.* Effect of stress on autonomic and cardiovascular systems in military population: A systematic review. **Cardiology Research and Practice**, v. 2020, p. 7986249, 2020.



- BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, Á.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J. Psychophysiological response in night and instrument helicopter flights. **Ergonomics**, v. 63, n. 4, p. 399-406, 2020.
- CLEMENTE-SUÁREZ, V. J.; ROBLES-PÉREZ, J. J.; FERNÁNDEZ-LUCAS, J. Psycho-physiological response in an automatic parachute jump. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 19, p. 1872-8, 2017.
- DELGADO-MORENO, R. *et al.* Effect of experience and psychophysiological modification by combat stress in soldier's memory. **Journal of Medical Systems**, v. 43, n. 6, p. 1-8, 2019.
- HORMEÑO-HOLGADO, A. J.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J. Effect of different combat jet manoeuvres in the psychophysiological response of professional pilots. **Physiology & Behavior**, v. 208, p. 112559-63, 2019.
- INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO), International Civil Aviation Organization (ICAO). **International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual**. v. 1. London, UK: IMO, 2016a.
- INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO), International Civil Aviation Organization (ICAO). **International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual**. v. 2. London, UK: IMO, 2016b.
- KAVANAGH, J. **Stress and performance: A review of the literature and its applicability to the military**. Santa Monica, LO: RAND Corporation, 2005.
- KUTILEK, P. *et al.* Heart rate variability during fighter pilot training: Preliminary study. In: International Conference on Military Technologies (ICMT), 2019, Brno. **Annals...** Brno: IEEE, 2019. p. 1-5.
- MANSIKKA, H. *et al.* Fighter pilots' heart rate, heart rate variation and performance during an instrument flight rules proficiency test. **Applied Ergonomics**, v. 56, p. 213-9, 2016.
- MARTIN, K. *et al.* Physiological factors which influence cognitive performance in military personnel. **Human Factors**, v. 62, n. 1, p. 93-123, 2020.
- 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. 875-80, 2015.
- PUMPRLA, J. *et al.* Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **International Journal of Cardiology**, v. 84, n. 1, p. 1-14, 2002.
- REINHART, R. **Basic flight physiology**. New York, NY: McGraw-Hill, 2007.
- SANTOS, S. *et al.* The effect of expertise during simulated flight emergencies on the autonomic response and operative performance in military pilots. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 15, p. 9141-50, 2022.

SAUVET, F. *et al.* Heart rate variability in novice pilots during and after a multi-leg cross-country flight. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 80, n. 10, p. 862-9, 2009.

VICENTE-RODRÍGUEZ, M. *et al.* Portable biosensors for psychophysiological stress monitoring of a helicopter crew. **Sensors**, v. 20, n. 23, p. 6949-61, 2020.

VICENTE-RODRIGUEZ, M.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J.  
Psychophysiological anxiety response of a rescue helicopter crew in a crane rescue manoeuvre. **BMJ Military Health**, v. 167, n. 6, p. 413-7, 2021.

VILLAFAINA, S. *et al.* Psychophysiological response of military pilots in different combat flight maneuvers in a flight simulator. **Physiology & Behavior**, v. 238, p. 113483-9, 2021.

# Características do voo de patrulha e taxa global de carga de trabalho

André Moura da Silva (UNIFA – FAB)

Andrea Jansen da Silva (CBNB – FAB)

Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)

## RESUMO

A carga de trabalho pode ser definida como sendo o grau de atividade necessário para um trabalhador executar bem suas atividades, sendo que a sobrecarga de trabalho e suas consequências fisiológicas refletem na performance de um operador ao desenvolver sua tarefa. Nesse contexto, encontram-se os pilotos da Aviação de Patrulha da Força Aérea Brasileira, que atuam majoritariamente em missões sob condições que favorecem a sobrecarga de trabalho em voo.

**Palavras-chave:** Sobrecarga de trabalho; Aviador; Militar; Patrulha marítima.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo o Regimento Interno do Comando da Aeronáutica, RICA 21-10/2022, o 1º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação (1º/7º GAV) tem por finalidade “executar o preparo e o emprego dos seus meios, com vistas ao cumprimento das Ações de Força Aérea (Brasil, 2020) e das atividades que lhe forem atribuídas” (Brasil, 2022). Para cumprir sua missão institucional, o 1º/7º GAV opera o projeto P-3AM Orion, que é uma aeronave de grande porte, quadrimotor, largamente utilizada por Marinhas e Forças Aéreas de vários países. Sua aerodinâmica lhe proporciona alto nível de manobrabilidade e seu envelope possibilita a execução de curvas acentuadas, sem comprometer a sustentação e a estabilidade em voo. Dotada de grande autonomia, a aeronave pode alcançar 16 horas de voo ininterrupto (USA, 2015).

Nesse contexto, entre outras incumbências, a Unidade atua nas ações de Patrulha Marítima e de Busca e Salvamento. Ações de Patrulha Marítima consistem em empregar meios para detectar, identificar e neutralizar ou destruir navios inimigos em áreas marítimas de interesse das operações navais através de investidas aéreas (Brasil, 2020). A prestação do serviço de Busca e Salvamento (SAR) tem por objetivo a salvaguarda da vida humana e uma operação dela é o conjunto de ações relacionadas à localização dos ocupantes de aeronaves e embarcações, o resgate de tripulações, retorno à segurança dos sobreviventes e, quando solicitadas pelas autoridades competentes, medidas para atenuar os efeitos das calamidades públicas e prestação de assistência, sempre que houver perigo da vida humana.

Essas missões compreendem o emprego de meios para localizar e salvar pessoas em perigo, na terra ou no mar (Brasil, 2020).

A área de responsabilidade SAR brasileira, estabelecida no Plano Regional de Navegação Aérea das Regiões do Caribe e América do Sul, compreende o território nacional e as áreas abrangidas pelos limites estabelecidos em acordos multilaterais firmados pelos Estados-membros da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) e ratificados pelo Brasil, avançando 3.000 km no Oceano Atlântico, totalizando 22.000.000 km<sup>2</sup>. Desta forma, diante do enorme desafio de cobrir uma área tão vasta, a FAB designa o Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE) como o Órgão responsável pelo emprego dos recursos móveis disponíveis, compostos de pessoal habilitado e dotados de equipamento apropriado para executar as missões de busca com eficácia (Brasil, 2019).

Inseridas nesse contexto, as operações SAR marítimas envolvem muitas vezes extensas buscas a embarcações, botes salva-vidas ou pessoas à deriva na água. Essas operações são normalmente baseadas em previsões de trajetórias de deriva utilizando estimativas de condições de vento e correntes marítimas. Devido às incertezas associadas a essas previsões, a área de busca pode variar demasiadamente, aumentando expressivamente em relação à previsão. Além disso, a probabilidade de sucesso de uma missão está estreitamente relacionada à eficácia dos tripulantes, que por sua vez depende da formação profissional, estado de alerta, estado de saúde, motivação, comprometimento, duração do padrão, dificuldades do terreno ou mar e turbulência atmosférica.

Devido a esse cenário, e considerando as complexidades e necessidades de continuidade e de reconhecimento da área de buscas, os pilotos designados se comprometem com voos de longa duração para cumprirem a missão (Brasil, 2019). Ademais, há voos SAR que necessitam de navegação contínua à baixa altura, buscas diurnas é de aproximadamente 1.500 pés e buscas de homem ao mar são inferiores a 501 pés, a fim de maximizar a possibilidade de detecção (Brasil, 2019). Esse tipo de voo requer uma navegação muito cuidadosa e precisa.

No transcorrer dessas missões pode haver súbitos momentos de elevada sobrecarga de trabalho, especialmente sobre os pilotos, devido à necessidade de realização de perfis de voo em baixa altitude, com curvas acentuadas e ressaltadas cargas gravitacionais (carga G). Essa situação eleva sobremaneira a carga de trabalho e as demandas cognitiva e física dos pilotos em aeronaves de asa fixa, especialmente em razão das missões de Busca e Salvamento. Nessas ocasiões, mesmo após longas horas de voo autônomo e possivelmente monótono, os pilotos têm de estar aptos a realizarem um perfil de voo que possibilite o avistamento e o acompanhamento de alvos pequenos no mar (Brasil, 2019). Além disso, curvas acentuadas podem ser necessárias para a realização de padrões de lançamento de botes salva-vidas em socorro a prováveis sobreviventes (Brasil, 2019).

Esses cenários são especialmente complexos e exigem atuações mais ágeis e dinâmicas na cabine dos pilotos, configurando-se em aumento do volume

e intensidade de demandas multitarefas para a manutenção do controle da aeronave. Assim, essa conjunção de fatores constrói um panorama que pode expor com maior intensidade os pilotos aos malefícios advindos da sobrecarga de trabalho em voo.

## **2. SOBRECARGA DE TRABALHO EM VOO E TAXA GLOBAL DE CARGA DE TRABALHO**

Não existe um consenso geral para determinar o significado de carga de trabalho, Kramer e Sirevaag, 1987 (apud Baumer, 2003), entendem a carga de trabalho como o custo de se realizar uma tarefa em termos de redução da capacidade de se cumprir tarefas adicionais que utilizem o mesmo processo produtivo. Stassen e colaboradores, 1979 (apud Baumer, 2003), sustentam que carga de trabalho é o esforço mental que um operador humano emprega para controlar ou supervisionar algo, em relação à sua capacidade individual. Eggemeier e colaboradores, 1991 (apud Baumer, 2003) defendem que a carga de trabalho mental se refere à parcela da capacidade de processamento de informações de um operador, ou recursos que sejam necessários para atender a demanda de um sistema.

De um modo genérico, a carga de trabalho pode ser definida como sendo o grau de atividade necessário para um trabalhador executar bem suas atividades. Apesar das diferentes opiniões acerca do tema, este deve ser considerado como uma proporção de uma capacidade empregada e não como um valor exato.

Segundo Hart e Staveland, 1988, a sobrecarga de trabalho e suas consequências fisiológicas refletem na performance de um operador ao desenvolver sua tarefa. Além disso, identificar uma fonte específica de sobrecarga de trabalho proporciona subsídios significativos para que se possa decidir como se deve atuar quando forem diagnosticados níveis inaceitáveis de sobrecarga em um ambiente operacional.

Normalmente a sobrecarga de trabalho é mensurada através de três perspectivas: escalas subjetivas, medidas de avaliação de performance e medidas psicofisiológicas (Zheng *et al.*, 2017). Simplicidade, baixo custo e ausência de procedimentos invasivos representam as razões que motivam o uso das medidas subjetivas (Mansikka, Virtanen, Harris, 2018). De modo a mensurar o fator subjetivo, foi desenvolvida uma escala multidimensional denominada National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX), índice de sobrecarga da tarefa, através de estudos experimentais, atividades laboratoriais supervisionadas e em simuladores de aeronaves. Trata-se de uma ferramenta que combina seis diferentes fatores relacionados à sobrecarga de trabalho que são avaliados e quantificados em escalas para que se possa mensurar seus níveis de contribuição para a sobrecarga global examinada em um determinado sujeito (Hart, Staveland, 1988). Desde sua concepção tem sido o instrumento mais comum para mensurar a carga de trabalho devido sua sensibilidade e confiabilidade (RUBIO *et al.*, 2004). O NASA-TLX é um instrumento de avaliação multidimensional, subjetiva e amplamente utilizada também para avaliar a eficácia de



uma tarefa, sistema ou equipe, ou outros aspectos de desempenho (Rubio *et al.*, 2004).

No NASA-TLX, três dimensões expõe as exigências impostas diretamente ao sujeito (Mental, Física e Temporal) e três abordam a relação entre o sujeito e sua tarefa (Desempenho, Esforço e Frustração), definindo, assim, a característica multidimensional dessa ferramenta (Hart, Staveland, 1988). Com base nestes autores, estes seis fatores podem ser definidos da seguinte forma, conforme os referidos autores:

- Demanda Mental: Quantidade ou percepção de atividade mental necessária. O sujeito avalia o grau de complexidade e de exigência demandados em uma tarefa;
- Demanda Física: Quantidade de atividade física empregada que verifica se a tarefa ora avaliada foi trabalhosa e extenuante, ou fácil e tranquila em relação ao uso de força muscular e dispêndio energético na realização de atividades laborais;
- Demanda temporal: Quantidade de pressão percebida devido ao acúmulo de tarefas que ocorreram em um curto espaço de tempo;
- Desempenho: Percepção de sucesso e de satisfação durante a realização de uma atividade;
- Esforço: Nesse quesito o sujeito deve avaliar o grau de empenho, mental e físico, exigido para alcançar o nível de desempenho obtido; e
- Frustração: Nível de insegurança, desânimo, irritação e estresse presentes durante a realização da atividade. Trata-se de um fator intimamente relacionado ao nível geral de sobrecarga de trabalho, pois abarca uma série de elementos emocionais negativos que são capazes de comprometer a capacidade laboral do ser humano.

O grau de contribuição na carga de trabalho de cada uma das demandas é determinado pelos sujeitos através de uma escala numerada de zero a 10, onde zero equivale a uma demanda baixa, e 10 a uma demanda alta. Após isso, o indivíduo deve realizar 15 comparações entre os fatores, e escolher aquele que mais se sobressaiu na sua percepção da carga de trabalho experimentada durante o respectivo tipo de missão (Hart, Staveland, 1988). Dessa forma, os graus conferidos às demandas que forem avaliadas como tendo contribuído mais para a carga de trabalho, terão conseqüentemente um peso maior em relação à carga de trabalho global da tarefa. Ao final desse procedimento, é obtido um valor global através da média ponderada dos valores obtidos após as comparações em pares.

A aplicação do NASA-TLX transcorre através de três fases: primeiramente foi apresentado aos sujeitos as definições das demandas avaliadas, com esclarecimento de dúvidas para certificação da compreensão de todos quanto à existência dessas demandas em seu trabalho. Na segunda etapa, cada sujeito é instruído a associar um valor em uma escala quanto a sua percepção em relação a cada uma das seis demandas apreciadas. Por fim, são apresentados

15 pares de demandas pareadas, na qual cada sujeito é orientado a escolher uma demanda em cada par, tomando por consideração aquela em que houve percepção de maior grau de exigência durante a execução de sua tarefa. A média ponderada é a Taxa Global da Carga de Trabalho (Hart, Staveland, 1988). Em suma, é oportuno mencionar que a aplicação do NASA-TLX é uma ferramenta frutífera a ser utilizada na aviação, inclusive na FAB.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, resta claro que os voos de SAR apresentam sobrecargas de trabalho específicas às suas funções, e que a taxa global de carga de trabalho é uma ferramenta útil para caracterização das sobrecargas de trabalho de pilotos. Logo, estudo na FAB com o objetivo de caracterizar a sobrecarga de trabalho que pilotos SAR estão submetidos é promissor.

### REFERÊNCIAS

- BAUMER, M. H. **Avaliação da carga mental de trabalho em pilotos da aviação militar**. 2003. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- BRASIL, Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. MCA 64-3: Manual de Coordenação de Busca e Salvamento Aeronáutico. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, n. 144, 2019.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. DCA 1-1 - Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, n. 205, 2020.
- BRASIL, Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **RICA 21-10 - Regimento Interno do Primeiro Esquadrão do Sétimo Grupo de Aviação**. Brasília, DF: COMPREP, 2022. Disponível em < <https://publicacoes.decea.mil.br/version/1621> >. Acesso em 14 jan 2023.
- 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. 139-83, 1988.
- MANSIKKA, H.; VIRTANEN, K.; HARRIS, D. Comparison of NASA-TLX scale, modified Cooper–Harper scale and mean inter-beat interval as measures of pilot mental workload during simulated flight tasks. **Ergonomics**, v. 69, n. 2, p. 246-54, 2018.
- RUBIO, S. *et al.* Evaluation of subjective mental workload: A comparison of SWAT, NASA-TLX, and workload profile methods. **Applied Psychology**, v. 53, n. 1, p. 61-86, 2004.

UNITED STATES OF AMERICA. United States Navy. **Natops flight manual, Navy Model, P-3A/B/C Aircraft. NAVAIR 01-75PAG-1**, 2015.

ZHENG, Y. *et al.* Flight crew workload evaluation based on the workload function distribution method. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 88, n. 5, p. 481-6, 2017.

# Investigação de fatores determinantes para a conclusão do Curso de Comandos de Força Aérea

Carla Mutto Ferreira Pontes Neves (HFASP – FAB)  
Bruno Ferreira Viana (CEFAN – MB)  
Paula Morisco de Sá (UNIFA – FAB)

## RESUMO

O presente estudo visa identificar fatores biopsicossociais determinantes para melhores índices de conclusão de curso na formação dos Comandos de Força Aérea.

**Palavras-chave:** Militar; Aspecto biopsicossocial; Aptidão física; Análise e desempenho de tarefas.

## 1. INTRODUÇÃO

Operações de Forças Especiais (OpE) são aquelas que apresentam prioritariamente finalidade estratégica, realizadas por tropas de elite das Forças Armadas, rigorosamente selecionadas, adestradas e prontas para situações de combate, seja este através de infiltrações terrestres, aquáticas ou aéreas, em áreas hostis e sob controle do inimigo (Brasil, 2015). Com o propósito de compor suas tropas de OpE a Força Aérea Brasileira (FAB) realiza a cada dois anos o Curso de Comandos de Força Aérea (CCFA) (Brasil, 2023a).

O CCFA é um curso prolongado, exigente e intenso, onde o instruendo vivencia situações próximas de missões reais (Brasil, 2023b). Dentro das exigências necessárias inerentes a um militar de OpE, as bases de treinamento visam aperfeiçoar a performance os domínios cognitivos, psicomotores e afetivos do militar, além de avaliações de habilidades técnicas, conhecimento teórico e preparo físico. Aspectos previstos no Currículo Mínimo e no Plano de Avaliação do curso (Brasil, 2016; Brasil, 2020).

A sistematização de todos os processos que envolvem a organização de um curso desse porte impõe demandas como a movimentação de pessoal, viabilidade de recursos materiais e das localidades de instruções, além de alto investimento financeiro (Brasil, 2019a). A Instrução de Comando da Aeronáutica (ICA) 37-827 ratifica que os esforços dedicados para a realização de cursos operacionais, devem ser compensados com a aprovação de militares habilitados na referida capacitação (Brasil, 2019a). Contudo, é sabido a elevada taxa de atrito comum aos cursos de operações especiais independente da sua especificidade. Fato este que pode estar possivelmente relacionado com fatores biopsicossociais determinantes para o sucesso ou insucesso na conclusão de

formações militares com estas características (Colosio, Fontana, Pogliaghi, 2016; King, 2017; Farina *et al.*, 2019; Hormeño-Holgado, Nikolaidis, Clemente-Suárez, 2019; Gucciardi *et al.*, 2021; Barczak-Scarboro *et al.*, 2022). A literatura apresenta poucos registros em torno do assunto sendo as justificativas a não obtenção dos índices mínimos nas avaliações, inabilidade técnica inassiduidades, conduta militar contrária à definida pela coordenação do curso, motivos de saúde e desligamento voluntário (Brasil, 2020; Brasil, 2023b). Nos apresentando assim uma lacuna para a melhor compreensão dos fatores biopsicossociais determinantes para conclusão em cursos OpE, em especial o CCFA.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O CCFA tem duração de 89 dias ininterruptos, divididos em fases de formação, técnica e operações, sendo precedido de uma semana administrativa, também chamada de “fase zero”, as quais acontecem em diversas localidades do território brasileiro tanto em unidades da FAB, como de Forças irmãs (Brasil, 2020).

A avaliação do militar já acontece antes do início do curso através do Teste de Aptidão do Condicionamento Físico (TACF) que avalia a aptidão física geral do militar e ocorre previamente ao CCFA na OM de origem do candidato, do Teste de Aptidão do Condicionamento Físico Específico (TACFE), que avalia a aptidão física específica ao CCFA e Teste Inicial de Conhecimentos, que ocorrem no Grupamento de Instrução Tática Especializada (GITE) durante a semana administrativa (2).

Informações a respeito dos motivos relacionados ao atrito no CCFA são escassas e em linha com outros relatos comuns a cursos de OpE (Colosio, Fontana, Pogliaghi, 2016; King, 2017; Farina *et al.*, 2019; Hormeño-Holgado, Nikolaidis, Clemente-Suárez, 2019; Gucciardi, *et al.*, 2021; Barczak-Scarboro *et al.*, 2022). No Boletim de Comando da Aeronáutica (BCA), onde o Comando do Preparo (COMPREP) publica os militares matriculados no CCFA e os que concluíram com êxito o curso, encontra-se somente o registro da ordem de matrícula dos militares aptos a participar do CCFA, e a publicação dos militares que lograram com êxito o curso, sem explanar informações e detalhes dos candidatos que não concluíram (6). Através das publicações dos BCA, ao correlacionar o número dos militares matriculados no CCFA dos anos de 2017, 2019 e 2021 com os que concluíram o curso, nestes 3 anos, a taxa de atrito foi superior a 50% (Brasil, 2019b).

As Forças Especiais são mundialmente reconhecidas como tropas altamente treinadas, motivadas e capacitadas para executar tarefas características de OpE. O ambiente, as condições e as circunstâncias que os operadores especiais atuam são notoriamente desafiadoras, e militares sem essa especialização não possuem capacidade de realizar. Portanto, é essencial que os candidatos corretos sejam selecionados para ingressar nessas tropas, onde o recrutamento vai de encontro



com a avaliação do potencial de cada candidato em diferentes aspectos, como por exemplo aptidão física, cognitiva, emocional e psicológica, capacidade de liderança, organização, planejamento e execução de diferentes tarefas (3).

O sucesso, ou insucesso, de metodologias ou programas de recrutamento estão relacionadas com a quantidade e qualidade de militares aptos em OpE, o que vai de encontro com a capacidade desta tropa em cumprir a missão a qual será designada. Na revisão de literatura sobre este tema, é evidenciado a busca constante de métodos que possam contribuir para que as tropas de OpE estejam cada vez mais especializadas e prontas para o combate.

Em 2019 durante o curso de seleção de OpE do Exército Espanhol foi realizado um estudo que teve como um de seus objetivos a análise dos parâmetros físicos relacionados ao sucesso no curso (Hormeño-Holgado, Nikolaidis, Clemente-Suárez, 2019). Para isso os autores avaliaram a força muscular de membros inferiores com o teste de salto horizontal, o desempenho anaeróbico com o teste de corrida máxima de 50m e desempenho aeróbico através do teste de corrida máxima de 2.000m, também utilizou a Escala de Borg para a classificação do esforço percebido e verificou a frequência cardíaca dos candidatos. Os resultados mostraram que o sucesso esteve relacionado a maior aptidão anaeróbica e cardiovascular, onde os militares bem-sucedidos apresentaram maior força nas pernas, desempenho na corrida anaeróbica e resposta cardiovascular.

Um estudo mais recente, de 2021 envolvendo militares de combate das Forças de OpE Americana (Barczak-Scarboro *et al.*, 2022), investigou quais componentes de adaptação ao estresse fisiológico foram associados à resiliência destes militares. A Escala de Resiliência do Ego foi responsável por avaliar a capacidade geral do indivíduo de se adaptar após a adversidade e o exame de imagem do crânio avaliou a resposta ao estresse cerebrovascular durante o repouso em uma tarefa de apneia. Os militares mais resilientes se recuperaram mais rapidamente do estresse fisiológico (sustentação da respiração) quando comparados ao menos resilientes.

Também em 2021, através do inventário de resistência mental e da avaliação do estresse acumulado através da concentração de cortisol no cabelo foi avaliado a resistência mental como determinante psicológico da perseverança comportamental na seleção de Forças Especiais do exército Americano (Gucciardi, *et al.*, 2021). Este estudo identificou que seus resultados podem ser somados as pesquisas que fornecem evidências da relevância da resistência mental para a perseverança comportamental em tarefas e atividades de natureza duradoura e exigente.

Em 2019 foram avaliados os preditores de sucesso durante o curso de Avaliação e Seleção das Forças Especiais do Exército dos EUA, através de marcadores físicos, fisiológicos e psicossociais (Farina *et al.*, 2019). De uma forma geral, o desempenho físico foi o mais preditivo, seguido das medidas demográficas e psicológicas. Alguns marcadores fisiológicos previram o sucesso,

porém em menor grau, como exemplo a proteína C-reativa baixa, cortisol e globulina ligadora de hormônios sexuais mais altos.

Em 2017, King avaliou soldados das Forças Especiais do Exército Australiano, e verificou que a inteligência emocional estava associada a melhor desempenho, funcionamento endócrino e imunológico em ambientes de alto estresse (King, 2017). Alguns dos marcadores utilizados foram o cortisol e testosterona, além de testes cognitivos e de avaliação de estresse.

Um ano antes, em 2016, uma amostra de 103 recrutas programa de treinamento de tropas de forças especiais italianas x serviu de base para avaliar fatores relacionados ao atrito em durante o curso (Colosio, Fontana, Pogliaghi, 2016). Características antropométricas e funcionais foram avaliadas e a data de abandono e suas causas foram registradas nos primeiros 6 meses do programa. 42 militares abandonaram o programa, e a desistência voluntária por motivos pessoais foi a principal causa (60%), 30% dos recrutas foram excluídos do programa por motivos médicos e 10% por motivos técnicos. O percentual de gordura corporal e no número de flexões apresentaram diferenças significativas entre os grupos de sucesso e de abandono. Então concluiu que fatores pessoais como motivação individual e resiliência devem ser avaliados como potenciais de evasão, e que a preparação física ideal e avaliação médica pré curso podem reduzir o atrito por razões técnicas e médicas.

Em 2019, Rodrigues, C.S. verificou na literatura que diversos estudos que utilizavam o Inventário de Estratégias de Coping de Folkman e Lazarus (1985) e suas variações a fim de analisar estratégias individuais de enfrentamento de estresse dos militares em diferentes situações (Silveira, 2019). Então para avaliar os militares do Exército Brasileiro em missão no Haiti fez uso de uma variação desse questionário já adaptado para a população brasileira (Brasileiro, 2012), o inventário Brief COPE de Carver 1997, o qual avalia as estratégias de enfrentamento de estresse dos indivíduos frente a diferentes situações, e as classifica de 3 formas: adaptativo e focado no problema; adaptativo e focado na emoção e desadaptativo e focado na emoção (Brasileiro, 2012). Através desse estudo, ela validou o questionário para a militares do Exército Brasileiro.

Baumer (2003) em sua dissertação avaliou a carga mental de trabalho em pilotos militares através do NASA TLX e optou por esse método pois foi desenvolvido dentro da aviação militar americana. Publicações apontam que o melhor método de avaliar a carga de trabalho a qual um indivíduo é submetido, é através da subjetividade, e o NASA TLX apresenta essa característica (Cardoso, Gontijo, 2012). É um instrumento que permite a avaliação em diferentes contextos de trabalho (Cardoso, Gontijo, 2012) de fácil de compreensão e aplicação (Rezende, 2015), além de ser validado tanto de forma conceitual como operacional (Cezar-Vaz *et al.*, 2016). Mensura a carga de trabalho percebida pelo indivíduo através de

exigências impostas ao sujeito (Mental, Física e Temporal) e das relações entre o sujeito e a sua tarefa (Esforço, Frustração e Realização) determinando seu caráter multidimensional (Baumer, 2003).

Os autores Ekkekakis, Parfitt e Petruzzello (2011), Follador *et al.* (2019) e Silva (2015) utilizaram em seus estudos o Modelo Circumplexo de Afeto (MCA) para relacionar a atividade física com respostas afetivas sentidas pelos indivíduos durante sua realização. Este é um modelo validado e descrito na população brasileira, e caracteriza as respostas afetivas que os indivíduos experimentam no contexto da tarefa que está sendo executada, podendo ser utilizado em diferentes situações (Russell, 1980).

A Teoria das Necessidades Psicológicas Básicas, entende que motivação humana é influenciada por 3 aspectos indispensáveis para a satisfação em geral: autonomia, competência e sensação de pertencimento. Cada vez mais os estudos indicam a importância de avaliar a motivação nas populações militares (Ivey, Blanc, Mantler, 2015; Peacock *et al.*, 2019; Vassal, 2016). Para avaliar se o instruendo tem suas 3 necessidades psicológicas básicas atendidas, uma das escalas que pode ser utilizada é Escala Geral de Satisfação (EGS), instrumento traduzido e validado para o português (Cardoso, Gontijo, 2012) e adaptado para o contexto cultural brasileiro (Wagner, Peixoto, Oliveira, 2021).

Os questionários sociodemográficos encontrados nas publicações, em sua maioria, foram elaborados pelos próprios autores, e caracterizavam o perfil dos militares que se propunham a participar de cursos de OpE, através de informações como: idade, estado civil, filhos, suporte familiar, escolaridade, patente, tempo de serviço, hábitos de vida, histórico médico, parâmetros biométricos e dados demográficos.

Além desses estudos, há diversos outros que apontam como os principais marcadores de performance psicossociais e físicos, os fatores sociodemográficos, a resiliência, o estresse, as emoções, composição corporal, capacidade aeróbia, força e resistência muscular. Utilizar estes marcadores encontrados como estratégias de avaliação, pode colaborar com o aprimoramento dos processos de seleção e adestramento dos candidatos ao CCFA.

### **3. SITUAÇÃO PROBLEMA**

As elevadas taxas de atrito no curso de OpE representam um grande desgaste institucional e pessoal aos envolvidos no mesmo. Para cumprir a missão com excelência, os militares em formação no CCFA precisam estar além do já previsto padrão de prontidão militar. Compreender melhor as características biopsicossociais próprias a este militar apresentam relevância não somente pelo aspecto dos esforços e investimentos financeiros da instituição para a realização

do curso, mas também devido a necessidade de compor tropas mais robustas e habilitadas tecnicamente por aumento da ocorrência de missões de operações especiais no Brasil e no Mundo.

#### 4. OBJETIVOS GERAIS

Identificar fatores determinantes na conclusão do CCFA.

#### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os marcadores de performance físicos e psicossociais dos militares participantes do CCFA.
- Correlacionar os marcadores de performance físicos e psicossociais com os índices de conclusão do CCFA.

#### 6. APLICABILIDADE E RELEVÂNCIA

Observada as peculiares do processo de seleção, treinamento e avaliação do CCFA e que há uma lacuna de conhecimento acerca dos fatores contribuintes para o êxito no curso, a identificação dos determinantes de desempenho físicos e psicossociais podem fornecer subsídios para os processos de realização do curso e formação dos instruídos, colaborando com o incremento das taxas de conclusão.

Nesse sentido, os esforços e custos dedicados na capacitação dos militares para integrar a tropa de Operações Especiais da FAB, serão compensados pelo benefício de obter um maior contingente de operadores especiais altamente especializados na organização.

#### REFERÊNCIAS

BARCZAK-SCARBORO, N. E. *et al.* The relationship between resilience and neurophysiological stress in Special Operations Forces combat service members. **European Journal of Neuroscience**, v. 55, n. 9-10, p. 2804-12, 2022.

BAUMER, M. H. **Avaliação da carga mental de trabalho em pilotos da aviação militar**. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD35-G-01: Glossário das Forças Armadas**. Brasília, DF: MD, 2015.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 37-710: Plano de avaliação do Curso de Comandos de Força Aérea**. Brasília, DF: II FAE, 2016.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 37-827: Normas Reguladoras de Cursos e Estágios do COMPREP**. Brasília, DF: COMPREP, 2019<sup>a</sup>.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, n. 142, p. 10681, 2019b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 37-708: Currículo mínimo do Curso de Comandos de Força Aérea**. Brasília, DF: COMPREP, 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **TCA 37-4: Cursos e estágios do COMPREP**. Brasília, DF: COMAER, 2023a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Caderno de orientações para o candidato ao Curso de Comandos de Força Aérea**. Brasília, DF: COMPREP, 2023b.

BRASILEIRO, S. V. **Adaptação transcultural e propriedades psicométricas do COPE breve em uma amostra brasileira**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

CARDOSO, M. S.; GONTIJO, L. A. Avaliação da carga mental de trabalho e o desempenho de métodos de mensuração: NASA TLX E SWAT. 2012. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 4, p. 873-84, 2012.

CEZAR-VAZ, M. R. *et al.* Workload and associated factors: a study in maritime port in Brazil. **Revista Latino Americana de Enfermagem**, v. 24, p. e2837, 2016.

COLOSIO, A. L.; FONTANA, F. Y.; POGLIAGHI, S. Attrition in Italian Ranger trainees during special forces training program: A preliminary investigation. **Sport Sciences for Health**, v. 12, p. 479-83, 2016.

EKKEKAKIS P., PARFITT G., PETRUZZELLO S.J. The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: Decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription. **Sports Medicine**, v. 41, n. 8, p. 641-71, 2011.

FARINA, E. K. *et al.* Physical performance, demographic, psychological, and physiological predictors of success in the U.S. Army Special Forces Assessment and Selection Course. **Physiology and Behavior**, v. 210, p. 112647, 2019.

FOLLADOR L. *et al.* Perceived exertion and affect from tai chi, yoga, and stretching classes for elderly women. **Perceptual and Motor Skills**, v. 126, n. 2, p. 223-40, 2019.

GUCCIARDI, D. F. *et al.* Mental toughness as a psychological determinant of behavioral perseverance in Special Forces selection. **Sport, Exercise, and Performance Psychology**, v. 10, n. 1, p. 164-75, 2021.

HORMEÑO-HOLGADO, A. J.; NIKOLAIDIS, P. T.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J. Psychophysiological patterns related to success in a special operation selection course. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 867, 2019.

IVEY, G. W.; BLANC, J. R.; MANTLER, J. An assessment of the overlap between morale and work engagement in a nonoperational military sample. **Journal of Occupational Health Psychology**, v. 20, n. 3, p. 338-47, 2015.



KING, J. Special Forces (SF) soldiers training: A pre-emptive approach to stress management using Emotional Intelligence (EI). **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 2, p. S122-3, 2017.

PEACOCK, S. M. *et al.* Outcomes from a One-Week Adapted Sport and Adapted Adventure Recovery Programme for Military Personnel. **Sports**, v. 7, n. 6, p. 135, 2019.

REZENDE, N. A. **Análise da fadiga em trabalhadores de uma empresa de pequeno porte: NASA-TLX e SWAT Simplificado**. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

RUSSELL, J. A. A Circumplex Model of Affect. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 39, n. 6, p. 1161-78, 1980.

SILVA, A. C. **Influência do tempo musical sobre as respostas fisiológicas, perceptuais e afetivas durante caminhada em mulheres com sobrepeso e obesidade**. 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SILVEIRA, C. R. **Bem-estar dos militares do Exército Brasileiro em Missão de Paz no Haiti**. 2019. 218 f. Tese (Doutorado em Psicologia dos Recursos Humano, do Trabalho e das Organizações) – Faculdade de Psicologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.

VASSAL, S. P. J. **Bem-estar e satisfação nas forças de segurança**. 2016. s/n f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde) – Escola de Psicologia Clínica e Ciências da Vida. Centro Universitário de Lisboa, Lisboa. 2016.

WAGNER, V., PEIXOTO, E. M., OLIVEIRA, L. P. Propriedades psicométricas e adaptação cultural da Basic Need Satisfaction in General Scale para uma população brasileira de usuários de cadeira de rodas. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 27, p. e214, 2021.

# A utilização dos questionários IPAQ e IMR em pilotos da Força Aérea Brasileira: instrumentos para a análise da relação entre o nível de atividade física e a incidência de lesões musculoesqueléticas

Daniela Asfora de Oliveira (HAAF – UNIFA)  
Gilberto Pivetta Pires (UNIFA – FAB)

## RESUMO

A presente síntese objetiva investigar a relevância do desenvolvimento de estudo relacionado ao perfil da atividade física e a prevalência de lesões musculoesqueléticas em pilotos da Força Aérea Brasileira.

**Palavras-chave:** Pilotos; Lesões musculoesqueléticas; Atividade física.

## 1. INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira (FAB) é responsável pela defesa do espaço aéreo de 22 milhões de Km<sup>2</sup>. Para proteger toda essa extensão territorial, é necessário um sistema de defesa forte, que acompanhe os avanços tecnológicos. Por conseguinte, os pilotos da FAB necessitam estar preparados para esses modernos progressos (Borges, 2018; Cramer, 2020).

Desta forma, o preparo físico de um piloto militar torna-se condição fundamental para garantir-lhe a resistência física necessária e adequar-se às novas tecnologias, à medida que evita lesões, com potencial de diminuir o desempenho do piloto ou afastá-los das atividades aéreas. Assim, a prevenção dos surgimentos de dores, por meio de exercício físico, contribui para o desempenho profissional e para segurança do voo (Casagrande, Hoflinger, 2019).

Porém, para que possamos prescrever exercícios físicos adequados, levando em consideração a especialidade de pilotagem de cada militar, e assim, prevenir lesões musculoesqueléticas em decorrência do tipo de aviação desses militares, torna-se necessário diagnosticar quais os níveis de atividade física e a incidência de lesões nesse segmento de militares.

Com este propósito o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), que mensura o nível de atividade física em grandes grupos populacionais (Matsudo, S. *et al.*, 2001; Benedetti *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2011; Vespasiano, Dias, Correa, 2012), e o Inquérito de Morbidade Referida (IMR), que avalia o nível de risco do cometimento de lesões musculoesqueléticas em uma população (Kohn, White, 1976; Kroeger, 1983; Barros, Carvalheiro,

1984; Cesar, Walker, 1986; Lebrão, 1991; Carandina, Magaldi, 1991 Campos, 1993; Cesar *et al.*, 1996; Pastre *et al.*, 2004; Crivellaro, *et al.*, 2017; Santos, 2021) são considerados instrumentos confiáveis, sendo considerado um recurso adequado para conhecermos melhor a situação de uma população específica.

Nesse sentido, objetivou-se nesta síntese investigar a relevância para o desenvolvimento de estudo relacionado ao perfil da prática de atividade física e a prevalência de lesões musculoesqueléticas em pilotos da Força Aérea Brasileira.

## **2. QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ)**

O IPAQ foi inicialmente proposto pelo Comitê Internacional em Atividade Física e Saúde, durante uma reunião científica em Genebra, Suíça, em abril de 1998. O propósito foi desenvolver e avaliar a validade e reprodutibilidade de um instrumento de medida do nível de atividade física, possível de ter uso internacional, que permitiria a possibilidade de realizar um levantamento da prevalência de atividade física no mundo (Matsudo, S. *et al.*, 2001; Benedetti *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2011; Vespasiano, Dias, Correa, 2012).

Benedetti *et al.* (2007), afirmaram que o IPAQ é um questionário que permite estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano, como: trabalho, transporte, tarefas domésticas e lazer, e ainda o tempo despendido em atividades passivas, realizadas na posição sentada.

O IPAQ mede a mensuração do nível de atividade física em grandes grupos populacionais, e requer instrumentos de fácil aplicação, boa precisão e de baixo custo (Matsudo, S. *et al.*, 2001; Pardini *et al.*, 2001; Benedetti *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2011; Vespasiano, Dias, Correa, 2012). Se apresenta em duas versões, na curta e na longa. A versão curta do IPAQ é composta por sete questões abertas e suas informações permitem estimar o tempo despendido, por semana, em diferentes dimensões de atividade física (caminhadas e esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa) e de inatividade física (posição sentada). A versão longa do IPAQ apresenta 27 questões relacionadas com as atividades físicas, realizadas numa semana normal, com intensidade vigorosa, moderada e leve, com a duração mínima de 10 minutos contínuos, distribuídas em quatro dimensões de atividade física (trabalho, transporte, atividades domésticas e lazer) e do tempo despendido por semana na posição sentada (Matsudo, S. *et al.*, 2001; Benedetti *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2011).

Para Pardini *et al.* (2001), o questionário é um instrumento utilizado para estudos epidemiológicos, pois oferece dados sobre duração da atividade, frequência, intensidade e tipo de atividade, o que permite uma estimativa do gasto calórico total, o que acaba facilitando também a classificação das atividades como leves, moderadas e vigorosas.

Por fim, o IPAQ, instrumento já validado, demonstrou ser confiável, eficaz e de fácil entendimento para utilização em mensuração do nível de atividade física em grandes grupos populacionais.

### 3. INQUÉRITO DE MORBIDADE REFERIDA

O IMR surgiu em resposta à necessidade de levantamentos específicos e à implantação de sistemas de coletas de dados mais eficientes. Com a ampliação do planejamento em saúde pública, foi imprescindível a redefinição das informações trabalhadas, incorporando às tradicionalmente utilizadas, o perfil de morbidade e padrões de uso de serviços. Diante disso, a literatura demonstrou crescente tendência no uso de inquéritos para conhecimento da situação de saúde e do uso de serviços, em nível populacional (Kroeger, 1983).

Os IMRs são caracterizados como levantamentos, por entrevistas domiciliares, para descrição da morbidade sentida pelas pessoas, para o uso dos diferentes serviços de saúde: preventivo e curativo, e como fonte de informações de formas “alternativas” de atenção à saúde (Kohn, White, 1976; Barros, Carvalheiro, 1984; Cesar, Walker, 1986; Lebrão, 1991; Campos, 1993; Cesar *et al.*, 1996).

Segundo Kroeger (1983), o IMR apresenta vantagens como: a coleta de dados, que é rápida e fácil, e o custo relativamente baixo, quando comparado com “inquérito de saúde com exame clínico” ou “inquérito realizado através de diário”. Considera-se positivo também, a possibilidade do uso de entrevistador não médico e a mensuração da saúde como é sentida e expressa pela população (Kroeger, 1983; Santos, 2021).

Em seu estudo, Pastre *et al.*, (2004) fizeram uma comparação entre os registros em prontuários clínicos e o IMR, na qual constataram que houve elevada taxa de concordância entre todas as informações obtidas, demonstrando a eficácia do IMR, como instrumento para a coleta de informações sobre lesões desportivas, para a população investigada.

Da mesma forma, Santos (2021) analisou através do IMR as doenças musculoesqueléticas, que mais acometem os bombeiros militares do CBMDF. Os resultados apontaram que as doenças de maior prevalência foram aquelas relacionadas à coluna vertebral, em especial na região lombar, seguidas pelas lesões de joelhos e ombros.

Crivellaro *et al.* (2017), em seu estudo, utilizaram o IMR com 575 pilotos de parapente no Brasil, para análise da incidência das lesões, tipo de lesão, área anatômica mais acometida e o momento onde elas ocorreram. Obtiveram como resultados: 68,6% da amostra relataram ter sofrido, ao menos, uma lesão no esporte; a região anatômica de maior incidência foram os membros inferiores (44,09%), sendo o pouso, a fase do voo em que aconteceu a maioria das lesões (68,01%).

Por fim, o IMR demonstrou ser um instrumento confiável, eficaz e de fácil entendimento para utilização em pesquisas de lesões musculoesqueléticas.

#### 4. LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM PILOTOS

Profissionais de Educação Física sempre se preocuparam com os exercícios mais adequados às diferentes demandas físicas. É sabido que para melhorar o rendimento profissional, correlacionam-se os exercícios de acordo com o tipo de trabalho. Desse modo, o aviador - indivíduo que exerce seu trabalho físico em um espaço reduzido e submete-se às mais variadas condições ambientais, deve estar com o seu organismo preparado para suportá-las. Essa preparação passa pela prática de exercícios físicos específicos, por meio do qual será possível a ampliação dos limites do organismo para suportar essas demandas (Belo, 1934).

Desse modo, Tegern, Assa e Larsson (2021) afirmaram que a lesão pode ser causada pela falta de prática de exercícios específicos. Nesse cenário, na maioria dos países, a dor musculoesquelética é a principal causa de incapacidade, e as regiões lombar e pescoço são as mais acometidas entre aviadores.

Nota *et al.* (2019), em seu estudo, afirmaram que os pilotos militares são caracterizados por condições peculiares de trabalho relacionadas a intensos estresses acelerativos. Por isso, frequentemente, relatam dores no pescoço e nas costas, além do bruxismo. No seu estudo, foram avaliados quatorze pilotos militares de aeronaves caça, todos membros da Patrulha Acrobática Nacional da Força Aérea Italiana, onde concluiu que os pilotos são uma categoria particular de indivíduos afetados pelo bruxismo.

Para Dantas *et al.* (2015) a atividade de pilotos de helicóptero e aviões muitas vezes passam a impressão de ser simples, que depende apenas de treinamento técnico, para que se realize voos sem riscos. No entanto, a realidade do trabalho é cansativa, estressante, e, para muitos, dolorida. O corpo do piloto é submetido a uma rotina de voos, com o desconforto ocasionado pelo excesso de vibração causados pelos rotores, causando dores, principalmente na região da coluna, que atinge aproximadamente 80 a 85% dos pilotos. Em seu trabalho, destaca que países como a “Noruega e Estados Unidos, consideram a ocorrência de lombalgia em aviadores como um problema primário de saúde pública, por afetarem a percepção do piloto, distraíndo-os durante o voo”.

Corroborando com este pensamento, Oliveira (2011) quando afirmou que a postura típica do piloto de helicóptero, durante o voo, tende a produzir encurtamento unilateral da musculatura que sustenta o tronco. Isto pode conduzir à dor e até mesmo ao desenvolvimento de alterações posturais da coluna vertebral.

Dowling *et al.* (2021) em seu artigo sobre pilotos de caça, demonstraram que a dor no pescoço relacionada ao voo é um problema musculoesquelético comum para pilotos militares, com prevalência relatada como 66% para todas as tripulações da Royal Air Force e 70% para pilotos de jatos rápidos do Reino Unido. Voar em aeronaves de caça é a única atividade que expõe o



corpo a níveis de aceleração por longos períodos de tempo. Nesse sentido, a exposição regular às forças G tem sido relacionada a uma alta incidência de cervicalgia relacionada ao voo.

Sobre a prevalência das lesões, na região do pescoço e ombro, Murray *et al.* (2017) relataram dor no pescoço em pilotos de helicóptero em 90,3% dos entrevistados e em dor no ombro do lado esquerdo e direito em 54,8% e 32,3%. Desse modo, a cervicalgia representa um problema de saúde e pode influenciar o nível de concentração dos pilotos.

Por fim, fica evidente que as lesões musculoesqueléticas estão presentes no cotidiano da atividade do piloto e que é necessário levantar o perfil destas lesões nos pilotos da FAB, a fim de preveni-las.

## **5. DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA**

É sabido que para ter êxito no que destinam às Forças Armadas, que é a defesa à Pátria, é essencial que o nosso braço humano operacional esteja qualificado e pronto para a missão. A utilização dos questionários IPAQ e IMR adaptados aos pilotos da FAB, como um instrumento capaz de traçar o perfil da atividade física juntamente com o levantamento das lesões musculoesqueléticas que mais acometem os pilotos em atividades aéreas, teriam capacidade de informarmos da real situação dos pilotos da FAB e dessa forma preveni-las. Pois, ao se considerar as limitações das doenças musculoesqueléticas na capacidade funcional dos trabalhadores, é preciso entender os possíveis impactos que essas doenças podem causar, tais como: elevado número de afastamentos por problemas de saúde; perda da capacidade funcional dos pilotos em atividade; diminuição da quantidade de pilotos aptos a executar a missão-fim da instituição; redução do tempo de execução de atividades operacionais ao longo da carreira; elevados gastos com o sistema de saúde (procedimentos cirúrgicos, exames, consultas) e piora da qualidade de vida dos militares (Santos, 2021). Desse modo, a finalidade do estudo é identificar o perfil da atividade física dos pilotos da FAB e o levantamento das lesões musculoesqueléticas que mais acometem os pilotos em atividade aérea, com intuito de elevar sua capacidade de antever e prevenir as lesões que mais acometem os pilotos, as quais são capazes de diminuir o desempenho operacional até mesmo retira-los da atividade aérea. Portanto, busca-se responder a seguinte questão: Um baixo nível de atividade física está relacionada ao um alto índice de lesões musculoesqueléticas em pilotos militares?

## **6. APLICABILIDADE E RELEVÂNCIA**

Fazer um levantamento do perfil da atividade física dos pilotos da FAB, dentro e fora do âmbito do trabalho, traçar os óbices, e usar isso a favor da FAB, trará um ganho na capacidade humana operacional, em relação a prevenção

de lesões, pesquisas científicas vêm sendo realizadas, com o objetivo de obter informações sobre as condições de saúde dos pilotos (Oliveira, 2011; Dantas *et al.*, 2015; Murray *et al.*, 2017; Nota *et al.*, 2019; Dowling *et al.*, 2021; Tegern, Aasa, Larsson, 2021). Esses estudos revelam uma alta prevalência de doenças musculoesqueléticas e apontam que elas são as principais responsáveis pelo absenteísmo-doença na instituição. Ademais, as informações obtidas a partir do presente estudo podem contribuir com outras instituições semelhantes à FAB, e com a comunidade científica, para que compreendam melhor a relação entre a ocorrência de doenças musculoesqueléticas e a profissão de pilotos, assim como os impactos que podem ser gerados por essas doenças para as organizações. Destarte, este estudo pretende ir ao encontro desse objetivo, entendendo quais são as doenças musculoesqueléticas que mais acometem os pilotos militares, ao longo de suas carreiras, e que geram maiores impactos à instituição em termos de absenteísmo. Com essas informações, pretende-se que o planejamento das medidas preventivas necessárias, bem como sua execução, ocorra de forma efetiva, proporcionando maior produtividade do trabalho oferecido à sociedade.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente síntese procurou demonstrar a utilização dos questionários IPAQ e IMR, como instrumentos eficazes para traçar o perfil da atividade física juntamente com o levantamento das lesões musculoesqueléticas que mais acometem os pilotos em atividades aéreas.

As lesões musculoesqueléticas estão presentes no cotidiano dos pilotos, e causam impactos, tais como: elevado número de afastamentos por problemas de saúde; perda da capacidade funcional dos pilotos em atividade; diminuição da quantidade de pilotos aptos a executar a missão.

Sugere-se a realização de estudos com essa temática, a fim de traçar o perfil da atividade física e das lesões musculoesqueléticas adquiridas em atividade do voo, pelos pilotos da FAB.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, M. B. A.; CARVALHEIRO, J. R. Entrevista domiciliares e o ensino e pesquisa em epidemiologia. **Revista de Saúde Pública**, v. 18, n. 5, p. 411-7, 1984.
- BELO, R. B. Educação física para aviadores. **Revista de Educação Física**, v. 3, n. 4, p. 34-5, 1934.
- BENEDETTI, T. R. B. *et al.* Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 11-16, 2007.

BORGES, R. C. C. **Aeronave Gripen NG equipado com míssil BVR Meteor: Eficiência no cumprimento da missão.** 2018. 43 f. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Departamento de Estudos, Escola Superior de Guerra, ESG, Rio de Janeiro, 2018.

CAMPOS, C. E. A. Os inquéritos de saúde sob a perspectiva do planejamento. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. 2, p. 190-200, 1993.

CASAGRANDE, C. H.; HOFLINGER, F. Prevalência da atividade física no combate as dores ocasionadas pelos voos nos pilotos de aviação. **Revista de Ciências Policiais da APMG**, v. 2, n. 2, p. 16-42, 2019.

CESAR, C. L. G.; WALKER, G. J. A. Diversity in provision and utilization of maternal and child health care in an urban area of Brazil. **Annals of Tropical Paediatrics**, v. 6, n. 3, p. 167-74, 1986.

CESAR, C. L. G. *et al.* Morbidade referida e utilização de serviços de saúde em localidades urbanas brasileiras: Metodologia. **Revista de Saúde Pública**, v. 30, n. 2, p. 153-60, 1996.

CRAMER, A. **A capacitação de pilotos de F-39 Gripen.** 2020. 74 f. - Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Departamento de Estudos, Escola Superior de Guerra, ESG, Rio de Janeiro, 2020.

CRIVELLARO, J. *et al.* Perfil de lesões em pilotos de parapente no Brasil e seus fatores de risco. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 4, p. 270-3, 2017.

DANTAS, S. H. de M. *et al.* Incidência de dores e desconforto em pilotos de asas rotativas da FAB. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 14, n. 1, p. 73-80, 2015.

DOWLING, A. *et al.* Development of a patient-reported outcome measure for neck pain in military aircrew: qualitative interviews to inform design and content. **BMJ Open**, v. 11, n. 2, p. e039488, 2021.

KOHN, R.; WHITE, K. L. **Health care an international study.** Oxonia, UK: Oxford University Press, 1976.

KROEGER, A. Health interview in developing countries: A review of the methods and results. **International Journal of Epidemiology**, v. 12, n. 4, p. 465-81, 1983.

LEBRÃO, M. L.; CARANDINA, L.; MAGALDI, C. Análise das condições de saúde e de vida da população urbana de Botucatu, São Paulo: IV Morbidade referida em entrevistas domiciliares, 1983-1984. **Revista de Saúde Pública**, v. 25, n. 6, p. 452-60, 1991.

LEE, P. H. *et al.* Validity of the International Physical Activity Questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 115, p. 1-11, 2011.

MATSUDO, S. *et al.* Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil, **Revista de Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5-18, 2001.

NOTA, A. *et al.* Occlusion time analysis in military pilots affected by bruxism.

**Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1408, 2019.

MURRAY, M. *et al.* Self-administered physical exercise training as treatment of neck and shoulder pain among military helicopter pilots and crew: a randomized controlled trial.

**BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 18, n. 1, p. 147, p.1-11, 2017.

OLIVEIRA, C. G. **O Piloto e o helicóptero: Efeitos de uma ergonomia**

**ainda em desenvolvimento**. Rio de Janeiro, RJ: Agência Nacional de Aviação Civil, 2011. Disponível em: <<http://www.pilotopolicial.com.br/Documentos/dicasHelicoptero.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2022.

PARDINI, R. *et al.* Validação do Questionário Internacional de Nível de

Atividade Física (IPAQ - versão 6): Estudo piloto em adultos jovens brasileiros.

**Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 45-51, 2001.

PASTRE, C. M. *et al.* Lesões desportivas no atletismo: comparação entre

informações obtidas em prontuários e inquéritos de morbidade referida. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2004.

SANTOS, J. R. M. **As doenças musculoesqueléticas e seus impactos no Corpo**

**de Bombeiros Militar do Distrito Federal**. 2021. 93 f. Monografia (Curso de Altos Estudos para Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal) - Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina. CBMDF, Brasília, 2021.

TEGERN, M.; AASA, U.; LARSSON, H. Cervico-thoracic pain and

associated impairments in air force personnel: A cross-sectional study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 22, n. 1, p. 441, 2021.

VESPASIANO, B. S.; DIAS, R.; CORREA, D. A. A utilização do Questionário

Internacional de Atividade Física (IPAQ) como ferramenta diagnóstica do nível de aptidão física: Uma revisão no Brasil. **Saúde em Revista**, v. 12, n. 32, p. 49-54, 2012.

# Comportamento sedentário, nível de atividade física e qualidade de sono em pilotos militares: avaliação e possível associação com componentes da síndrome metabólica

Fábio de Queiroz Teixeira (HCA – FAB)

Fabírcia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o tempo em comportamento sedentário, o nível de atividade física, a qualidade do sono e a associação com a Síndrome Metabólica e seus componentes, em pilotos militares de diferentes aeronaves da Força Aérea Brasileira.

**Palavras-chave:** Aviador; Doenças metabólicas; Síndrome cardiometabólica; Tempo sentado.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Nos últimos anos observa-se o aumento do número de pesquisas envolvendo conhecimento sobre o tempo que os indivíduos gastam em comportamento sedentário (CS). Este é definido como qualquer comportamento em vigília, que dispenda um gasto de energia  $\leq 1,5$  equivalente metabólico da tarefa (MET), estando o indivíduo em uma postura sentada, reclinada ou deitada (Tremblay *et al.*, 2017). Acredita-se que o aumento de estudos nesta área está relacionado às evidências recentes que mostram relação deste tipo de comportamento com doenças cardiometabólicas, entre elas a Síndrome Metabólica (SM) (SAME *et al.*, 2016).

A SM é caracterizada por um conjunto de anormalidades fisiológicas e antropométrica (Alberti *et al.*, 2009) e é cada vez mais prevalente entre adultos, tanto do meio civil (Bovolini *et al.*, 2021) quanto no militar (Al Shehri *et al.*, 2022). Entre os fatores de risco comportamentais para a SM estão a inatividade física, CS elevado (Bovolini *et al.*, 2021) e consumo de alimentos ultraprocessados (Pagliai *et al.*, 2021).

Tem-se também buscado compreender a relação entre CS elevado e atividade física (AF), uma vez que o primeiro não é o oposto do segundo. Assim, o termo “inativo” deve ser utilizado para os indivíduos que não atingem níveis mínimos, preconizados, de AF semanal de moderada a vigorosa intensidade (Tremblay *et al.*, 2017), e sedentário para aqueles indivíduos que passam muitas horas do dia na posição sentada. Desta forma, o indivíduo pode ser ativo, ou seja, atingir as recomendações de AF e mesmo assim possuir elevado CS.



Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (Bull *et al.*, 2020), um indivíduo adulto deve realizar na semana, pelo menos, 150 a 300 minutos de AF aeróbia de moderada intensidade; ou, pelo menos, 75 a 150 minutos de AF de vigorosa intensidade. Podem, ainda, realizar uma combinação equivalente destas atividades ao longo da semana. Quanto à intensidade, a atividade é considerada vigorosa quando consome  $\geq 6,0$  MET, e como moderada, aquela com gasto entre 3,0 e 5,9 MET. Já atividade leve é a que consome entre 1,5 e 3,0 MET, o que inclui atividades estáticas (como ficar em pé) e em deambulação (Van Der Ploeg; Hillsdon, 2017).

Para a ciência, é um desafio conseguir delinear estudos que consigam separar os efeitos advindos do cumprimento ou não das recomendações de AF, e os efeitos do CS elevado na saúde dos indivíduos. Outro grande desafio é quantificar, de forma adequada, o CS. Este, na maior parte dos estudos, é mensurado pelo tempo que o indivíduo gasta sentado ou pelo tempo de tela (Prince *et al.*, 2020). Para quantificar o tempo sentado pode-se utilizar diversos meios, cada um deles apresentando vantagens e desvantagens.

A utilização de dispositivo eletrônico para medição objetiva vem crescendo, mas ainda apresenta custos elevados e necessita de uma proximidade do avaliador com os avaliados (Prince *et al.*, 2020). Já o uso da autoavaliação, que pode ser, por exemplo, por meio de um questionário ou diário, é considerada a forma mais prática para sistemas de vigilância epidemiológica e pesquisa (Prince *et al.*, 2020), pois permite envolver grande número de participantes. Além disso, essa metodologia permite a contextualização da informação, que é perdida com o uso de dispositivos (Prince *et al.*, 2020). Exemplo disso é um indivíduo que pode estar sentado assistindo TV, tocando piano, no escritório ou pilotando uma aeronave e essas diferentes atividades podem gerar repercussões metabólicas diferenciadas. Assim, a autoavaliação é uma ferramenta importante para entender o contexto (por quê, onde e como) em que ocorre o CS, sendo fundamental para desenvolver diretrizes e propor intervenções (Young *et al.*, 2016). No entanto, é importante ter claro que a autoavaliação, quando realizada por meio de questionário ou pergunta única, pode acarretar subestimação do tempo sentado (Prince *et al.*, 2020; Young *et al.*, 2016), pois é dependente da memória do relatante.

Desde os anos 60, o CS, de forma geral, vem aumentando na população civil, assim como o número de horas em atividade ocupacional neste comportamento (Young *et al.*, 2016). No meio militar há ausência de dados publicados relacionados ao CS dos efetivos. Mas, como estes indivíduos convivem em sociedade, sendo advindos dela, acredita-se que também entre eles ocorra uma prevalência elevada deste comportamento. Destaca-se o piloto militar, cuja principal atividade operacional, o voo, é realizada na posição sentada. A rotina do expediente (jornada de trabalho diária) varia entre atividade aérea, funções administrativas, treinamento físico militar, entre outras atividades, sendo grande parte também realizada de forma sentada. Esse contexto permite supor que o piloto apresenta uma carga

elevada de CS, o que pode acarretar repercussões metabólicas negativas.

Em um estudo com pilotos espanhóis da aviação civil (Alonso-Rodríguez; Medina-Font, 2012) foi observado que a atividade de piloto engloba longos períodos na cabine, com pouca AF e, frequentemente, com alimentação inadequada. Os pesquisadores encontraram, no grupo de pilotos entre 35 e 50 anos, uma prevalência de 14% para SM. Observaram, ainda, que 30% e 20% dos avaliados tinham um e dois critérios para SM, respectivamente. Essas características os colocam em risco potencial de desenvolver doenças cardiometabólicas.

A literatura mostra, ainda, que o CS excessivo é um fator de risco importante em relação aos riscos de doença cardiometabólica, independente dos efeitos benéficos da AF. Mesmo entre indivíduos que atingiram os níveis recomendados de AF, há evidência de associação do CS com a SM (Kim; Kang, 2019). Isso é ainda mais importante entre os indivíduos com mais baixo nível de AF (Lavie *et al.*, 2019).

Outra questão que vem ganhando destaque no meio científico é a qualidade do sono dos indivíduos e seus impactos na saúde (Chaput *et al.*, 2020). Verifica-se que problemas ligados ao sono favorecem o aparecimento de morbidades como a resistência à insulina, diabetes, hipertensão arterial, dislipidemias e obesidade (Kervezee *et al.*, 2020). A literatura mostra que o CS prolongado também está associado com aumento do risco de insônia e distúrbios do sono (Yang *et al.*, 2017). Ainda há emergente evidência que o CS, a AF e o sono estão relacionados, independentemente, com a saúde cardiovascular (German *et al.*, 2021).

Como os pilotos exercem sua atividade principal de trabalho sentados, no meio militar é comum a ocorrência de qualidade de sono ruim (Good *et al.*, 2020). Os níveis de atividade física neste grupo, seguindo o meio civil, também tem diminuído ao longo dos anos (Anderson; Durstine, 2019). Desse modo, pesquisas que visam estudar estes fatores isolados ou em conjunto são importantes a fim de traçar um perfil do grupo, assim como verificar se há associação com desfechos cardiometabólicos.

Na aviação militar são empregadas diferentes aeronaves, cada uma com característica distinta e destinada a um tipo de missão. A exigência física e mental durante o voo é dependente do tipo de aeronave voada e da missão a ser realizada. Para o cumprimento das missões, os pilotos são formados basicamente para quatro tipos de aviação: Caça, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR), Asas Rotativas e Transporte. Embora em todas elas a ação do voo ocorra sentado, acredita-se que devido ao estresse decorrente da pilotagem possam ocorrer efeitos diferenciados.

Diante da importância da temática, de sua íntima relação com o contexto militar e da ausência de estudos que envolvam o CS e suas repercussões metabólicas, principalmente entre pilotos, grupo em que a atividade operacional se dá na posição sentada, o desenvolvimento de pesquisas que auxiliem na elucidação da influência deste comportamento na ocorrência de agravos à saúde do militar se faz importante.

## 2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

O CS pode ser um fator de risco para doença cardiovascular, diabetes e mortalidade por todas as causas (Lavie *et al.*, 2019). Como o piloto militar desempenha sua atividade operacional na posição sentada e, dependendo do perfil da missão e da aeronave voada, ele permanece nesta posição durante horas ao longo do dia, torna-se importante investigar as consequências que esse comportamento pode acarretar ao longo da sua carreira.

A presença de doença cardiometabólica pode comprometer o desempenho operacional do piloto durante o voo, e até mesmo, causar afastamento temporário ou definitivo da atividade aérea. Com exceção da atividade de pilotagem, os demais CS ao longo do dia de um piloto podem ser modificados, por adoção de estratégias. Assim, avaliar quantas horas os pilotos de diferentes aeronaves passam sentados ao longo do dia, e a associação deste comportamento com componentes da SM, permitirá ter o conhecimento da real situação deste grupo. Além disso, caso os pilotos permaneçam por muitas horas em CS, é possível, no futuro, a criação e testagem de estratégias que possam mitigar essa ocorrência.

## 3. OBJETIVOS

### Objetivo geral

Avaliar o tempo em CS, o nível de AF, a qualidade do sono e as associações com os componentes da Síndrome Metabólica em pilotos militares da Força Aérea Brasileira (FAB), de diferentes tipos de aviação.

### Objetivos específicos

- Identificar o nível de AF, qualidade do sono e o número de horas em CS entre os subgrupos de pilotos da FAB: Caça, IVR, Transporte e Asas Rotativas;
- Identificar a prevalência da SM e de seus componentes segundo os subgrupos de pilotos;
- Avaliar o nível de concordância dos métodos de avaliação do CS: pergunta única, questionário e diário de atividades;
- Verificar se há associação do CS com a SM, seus componentes e tipos de aviação; Estabelecer ponto de corte para o CS associado à SM e seus componentes;
- Verificar se há associação do CS com o nível de AF e qualidade de sono.

## 4. MATERIAL E MÉTODO

Estudo transversal que será desenvolvido no período de junho a setembro de 2023. A população de referência será constituída por militares da ativa, do sexo masculino, pertencentes a quatro esquadrões aéreos, sediados na Base Aérea de Santa Cruz e na Base Aérea do Galeão, na cidade do Rio de Janeiro. Essa seleção

tem por objetivo obter uma amostra de diferentes tipos de aviação: Caça, IVR, Transporte e Asas Rotativas.

Segundo dados do Sistema de Gerenciamento de Pessoal (SIGPES), obtidos no dia 13/03/2023, tem-se um universo de 105 pilotos servindo nos esquadrões, divididos da seguinte forma: 43 no transporte, 23 no de asas rotativas, 22 no de caça e 17 no de IVR. Pretende-se avaliar o maior número de pilotos de cada esquadrão. A pesquisa terá início somente após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos e da assinatura, pelos participantes, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Como critério de inclusão, o piloto deve ser do sexo masculino, estar servindo em um dos quatro esquadrões aéreos selecionados, estar com a inspeção de saúde em dia e voando regularmente nos dois meses anteriores ao início da coleta de dados. Serão excluídos pilotos que possuam história clínica de doenças tireoidianas e transtorno alimentar (bulimia e anorexia).

A coleta de dados será realizada na base aérea, sede do esquadrão, em duas etapas descritas a seguir.

Inicialmente, os militares serão reunidos e esclarecidos sobre os objetivos e metodologia do estudo. Os que se voluntariarem e que satisfaçam os critérios de elegibilidade, assinarão o TCLE. Posteriormente responderão a quatro questionários.

O primeiro questionário, elaborado pelos pesquisadores, consiste em perguntas de caracterização da amostra, relacionadas a fatores socioeconômicos, demográficos, estilo de vida, aeronave voada, patente, entre outras.

O nível de AF será estimado pelo International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (CRAIG *et al.*, 2003), versão longa, a partir do tempo de AF realizada, somando o tempo gasto com atividades moderadas e mais duas vezes o tempo gasto com atividades vigorosas, considerando os quatro domínios (trabalho, transporte, doméstico e lazer).

O CS será estimado por meio de três métodos: perguntas contidas no IPAQ e relacionadas ao tempo que o indivíduo passa sentado durante e no fim de semana; questionário desenvolvido por Mielke (2012), já aplicado em adultos brasileiros por Mielke *et al.* (2014) e Lemes *et al.* (2018). Este questionário é composto por cinco domínios referentes ao tempo gasto em CS: 1) assistir televisão; 2) uso de computador em casa; 3) tempo sentado no trabalho; 4) tempo sentado na escola / universidade e 5) tempo sentado em meio de transporte. O somatório do tempo gasto nos domínios será o tempo total em CS por dia; por fim, o diário de atividades, local onde o militar deverá anotar todas as atividades que realizar ao longo das 24 horas do dia, bem como o tempo de duração de cada uma delas. O diário será preenchido três dias não consecutivos, sendo um deles de final de semana e, o tempo em CS se dará pela média dos três dias.

Para avaliar a qualidade e hábitos de sono, será aplicado o Índice da qualidade do sono de Pittsburgh (Buysse *et al.*, 1989), validado para a população brasileira (Bertolazi *et al.*, 2011), composto por itens que avaliam a qualidade subjetiva de

sono ao longo do último mês, a partir de sete domínios: qualidade subjetiva de sono, latência de sono, duração de sono, eficiência de sono, distúrbios de sono, uso de medicamentos para dormir e disfunção diurna.

Após responder aos quatro questionários, será entregue uma cartilha, com as orientações a serem seguidas, para coleta dos dados antropométricos e bioquímicos. Será agendada o dia da coleta sanguínea e a entrega do diário de atividades, não sendo a data, para este segundo momento, superior a 15 dias. No dia da entrega dos três diários preenchidos serão coletadas as medidas da massa corporal, estatura e circunferência de cintura, além do percentual de gordura, avaliado pela bioimpedância elétrica. Também será mensurada a pressão arterial e os exames bioquímicos de glicemia, lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e de triacilgliceróis.

## 5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados serão tabulados em planilha Excel e importados para o software Stata® 13.0, no qual serão feitas as análises estatísticas. Será avaliada a normalidade dos dados por meio do Teste de Shapiro Wilk. Para caracterização da amostra, será realizada análise descritiva. Como análise inferencial o teste de comparação de médias será utilizado para identificar a diferença entre o nível de AF, qualidade do sono e CS dos subgrupos de pilotos. Os limites de concordância entre os três métodos de avaliação do CS serão verificados por meio do gráfico de dispersão de Bland-Altman (Bland; Altman, 1986). Para estimar a associação do CS com nível de AF, qualidade do sono, SM e seus componentes, serão utilizados modelos de regressão brutos e ajustados. Os pontos de corte para CS associado à SM e seus componentes será realizado por meio da Receiver Operating Characteristics (ROC).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que ao final do estudo, de posse dos dados levantados, possamos identificar qual é a relação do tempo em CS com o nível de AF, qualidade do sono e ocorrência da SM. Além disso, espera-se que seja possível o desenvolvimento de uma cartilha que possa contribuir para a diminuição do CS dos pilotos.

## REFERÊNCIAS

- AL SHEHRI, H. A. *et al.* Association between preventable risk factors and metabolic syndrome. **Open Medicine**, v. 17, n. 1, p. 341-52, 2022.
- 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 Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. **Circulation**, v. 120, n. 16, p. 1640-5, 2009.



- ALONSO-RODRÍGUEZ, C.; MEDINA-FONT, J. High sensitivity C-reactive protein in airline pilots with metabolic syndrome. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 83, n.5, p. 504-8, 2012.
- ANDERSON, E.; DURSTINE, J. L. Physical activity, exercise, and chronic diseases: A brief review. **Sports Medicine and Health Science**, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2019.
- BERTOLAZI, A. N. *et al.* Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **Sleep Medicine**, v. 12, n. 1, p. 70-5, 2011.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-10, 1986.
- BOVOLINI, A. *et al.* Metabolic syndrome pathophysiology and predisposing factors. **International Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 199-214, 2021.
- BULL, F. C. *et al.* World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451-62, 2020.
- BUYSSE, D. J. *et al.* The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. **Psychiatry Research**, v. 28, n. 2, p. 193-213, 1989.
- CHAPUT, J. P. *et al.* Sleep timing, sleep consistency, and health in adults: a systematic review. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 45, n. 10 (Suppl. 2), p. S232-47, 2020.
- CRAIG, C. L. *et al.* International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1381-95, 2003.
- GERMAN, C. *et al.* Sleep, sedentary behavior, physical activity, and cardiovascular health: MESA. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 4, p. 724-31, 2021.
- GOOD, C. H. *et al.* Sleep in the United States Military. **Neuropsychopharmacology**, v. 45, n. 1, p. 176-91, 2020.
- KERVEZEE, L. *et al.* Metabolic and cardiovascular consequences of shift work: The role of circadian disruption and sleep disturbances. **The European Journal of Neuroscience**, v. 51, n. 1, p. 396-412, 2020.
- KIM, H.; KANG, M. Sedentary behavior and metabolic syndrome in physically active adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2006. **American Journal of Human Biology**, v. 31, n. 2, p. e23225, 2019.
- LAVIE, C. J. *et al.* Sedentary behavior, exercise, and cardiovascular health. **Circulation Research**, v. 124, n. 5, p. 799-815, 2019.

- LEMES, I. R. *et al.* Sedentary behaviour is associated with diabetes mellitus in adults: findings of a cross-sectional analysis from the Brazilian National Health System. **Journal of Public Health**, v. 41, n. 4, p. 742-9, 2018.
- MIELKE, G. I. **Comportamento sedentário em adultos**. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.
- MIELKE, G. I. *et al.* Brazilian adults' sedentary behaviors by life domain: population-based study. **PLoS One**, v. 9, n. 3, p. e91614, 2014.
- PAGLIAI, G. *et al.* Consumption of ultra-processed foods and health status: a systematic review and meta-analysis. **The British Journal of Nutrition**, v. 125, n. 3, p. 308-18, 2021.
- PRINCE, S. A. *et al.* A comparison of self-reported and device measured sedentary behaviour in adults: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 31, 2020.
- TREMBLAY, M. S. *et al.* Sedentary behaviour research network – Terminology consensus project process and outcome. **International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 75, 2017.
- SAME, R. V. *et al.* Relationship between sedentary behavior and cardiovascular risk. **Current Cardiology Reports**, v. 18, n. 1, p. 6, 2016.
- VAN DER PLOEG, H. P.; HILLSDON, M. Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, p. 142, 2017.
- YANG, Y. *et al.* Sedentary behavior and sleep problems: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 24, n. 4, p. 481-92, 2017.
- YOUNG, D. R. *et al.* Sedentary behavior and cardiovascular morbidity and mortality: a science advisory from the American Heart Association. **Circulation**, v. 134, n. 13, p. 262-79, 2016.

# Efeitos do treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência de militares do Exército Brasileiro

Gelson Luiz Pierre Junior (EsEFEx – EB)

Danielli Braga de Mello (EsEFEx – EB)

Fabírcia Geralda Ferreira (EPCAr – FAB)

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de 12 semanas de treinamento na pista de treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência de militares recém incorporados ao Exército Brasileiro.

**Palavras-chave:** Treinamento físico; DXA; Aptidão física; Aptidão muscular.

## 1. INTRODUÇÃO

Diariamente vemos um número considerável de jovens trocando atividades ao ar livre por jogos tecnológicos estáticos, aumentando assim o comportamento sedentário e prejudicando o desenvolvimento do sistema musculoesquelético. Corroborando esse relato, de acordo com o Ministério da Saúde, o brasileiro tem diminuído cada vez mais a prática de atividade física que, aliada à má alimentação, são fatores preocupantes para a piora da saúde da população (Brasil, 2020).

No entanto, independentemente do nível de aptidão física, o serviço militar obrigatório é dever de todo cidadão brasileiro do sexo masculino. Anualmente, muitos jovens entram no Exército Brasileiro (EB), cumprindo com o seu dever (Brasil, 1964), porém, sem histórico esportivo e com pouca experiência e prática de exercício físico. Ao passar pelo processo de seleção, esses jovens são submetidos ao treinamento físico e militar, realizando exercícios operacionais e testes de avaliação física (TAF), durante todo o período na Força Terrestre (Brasil, 2022).

Em 2008, o comandante do Exército assinou uma Portaria determinando a realização do “projeto TAF”, que visava levantar as capacidades físicas e o perfil antropométrico de militares do EB (Brasil, 2008). Este projeto apontou uma alta prevalência de sobrepeso e obesidade, o que pode influenciar diretamente na saúde e nas capacidades físicas e operacionais (Fortes *et al.*, 2019; Neves, 2008).

Com o objetivo de criar um parâmetro de avaliação do estado de saúde dos militares, além do TAF, o comando do Exército incluiu no Manual de Treinamento Físico Militar (TFM) a avaliação da composição corporal de todos os militares da ativa. Para isso, são obtidas, anualmente, algumas medidas como a massa corporal, estatura, percentual de gordura, entre outras, que podem

diagnosticar fatores de risco para desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (Brasil, 2021).

Atualmente, o TAF, que é realizado três vezes ao ano, tem uma grande demanda cardiorrespiratória (corrida de 12 min), neuromuscular de membros superiores (flexão na barra fixa e flexão de braços) e do core (abdominal supra) (Brasil, 2022). Sendo assim, observa-se que a exigência neuromuscular de membros inferiores é mínima, fazendo com que esse treinamento não seja priorizado, proporcionando a diminuição de força muscular nessa região e aumento da probabilidade de lesões (De Andrade, Pinfildi, 2018).

A importância da aptidão física dos militares para a guerra é inquestionável, independente dos avanços tecnológicos de materiais de emprego militar. Dados recentes apresentados pelo Exército Americano mostram a necessidade de fortalecimento do sistema musculoesquelético para suportar as demandas do combate moderno (Frykman, Myers, 2017). Ao longo dos últimos dez anos, o Exército Americano vem trabalhando na preparação física de seus militares, com exercícios e testes voltados para as demandas físicas do combate. O Army Combat Fitness Test já vem sendo aplicado pelos americanos e sua formulação foi baseada em dados coletados nos últimos conflitos (Foulis *et al.*, 2019).

Com o objetivo de sistematizar a preparação física dos militares do EB, o Manual de TFM preconiza o mínimo de quatro sessões de treino semanais. Outro importante direcionamento deste manual é a padronização de métodos de treinamento aeróbicos, neuromusculares e utilitários (Brasil, 2021).

Estudos atuais sugerem que o treinamento neuromuscular pode gerar adaptações benéficas à saúde (ACSM, 2017; Maestroni *et al.*, 2020; Stricker, Faigenbaum, Mccambridge, 2020). Neste contexto, o ganho de massa muscular, a melhora na saúde cardiovascular e a redução da gordura corporal estão diretamente relacionadas ao treinamento crônico de força (Westcott, 2012; Fragala *et al.*, 2019).

Para a melhora da aptidão muscular, o manual de TFM prevê três métodos de treinamento: ginástica básica, pista de treinamento em circuito (PTC) e musculação. Destes, a PTC e a musculação proporcionam o treinamento com sobrecargas utilizando implementos externos e a ginástica básica com sobrecarga utilizando o peso do próprio corpo (Brasil, 2021). Ademais, o Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx) apresentou, em 2021, uma nova PTC, com exercícios e execução com foco no fortalecimento de todo o sistema musculoesquelético (Brasil, 2021).

Dados não publicados de uma pesquisa realizada no âmbito do EB em 2021, por meio dos Comandos Militares de Área (C Mil A), mostram o quanto ainda o condicionamento físico da tropa pode ser melhorado utilizando a PTC como método de treinamento neuromuscular. Das 382 Organizações Militares (OM) que responderam ao questionário enviado aos C Mil A, apenas 69 tem PTC adequada para treinamento. Isto indica que 81,1% das OM ainda não estão

realizando a PTC como um método de treinamento neuromuscular.

Do exposto, este trabalho tem a intenção de fornecer evidências sobre o método de treinamento em circuito padronizado no EB no que tange a composição corporal, força muscular e resistência muscular localizada. Além disso, os resultados obtidos poderão ser úteis para validar a nova PTC e/ou embasar futuras propostas de melhoramentos.

## **1.1 Objetivo geral**

Avaliar os efeitos de 12 semanas de treinamento na pista de treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência de militares recém incorporados ao Exército Brasileiro

## **1.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a composição corporal de militares do EB por meio das variáveis percentual de gordura, massa gorda, massa livre de gordura e tecido adiposo visceral;
- Avaliar a aptidão muscular, por meio das variáveis força muscular e resistência muscular localizada;
- Avaliar a aptidão cardiorrespiratória, por meio do teste de 12 minutos.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Tipo de pesquisa e aspecto ético**

Pesquisa do tipo quase experimental, com a distribuição dos sujeitos feita aleatoriamente, porém sem grupo-controle.

O presente trabalho atendeu às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução nº 510/16, do Conselho Nacional de Saúde de 07/04/2016. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEx), protocolo CAAE nº 61847722.6.0000.9433. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### **2.2 Participantes e critério de elegibilidade**

Foi utilizada amostragem por julgamento (não-probabilística) composta por 40 militares, voluntários, recém incorporados ao EB, com idade entre 19 e 22 anos. Como critério de inclusão foi considerado os militares aptos para o serviço ativo do Exército, sem lesão musculoesquelética ou osteoarticular prévia e sem nenhum fator de risco cardíaco. Como critérios de exclusão, os militares que apresentaram algum tipo de lesão osteoarticular ou musculoesquelético durante qualquer fase do estudo ou que não completaram 30 sessões de treinamento.



O cálculo do tamanho amostral foi estimado por meio do software G\*Power 3.1. Foram introduzidas as seguintes informações: teste estatístico Teste t de Student para amostras pareadas; tamanho de efeito (d) de Cohen = 0,5; erro  $\alpha$  = 0,05; poder do teste = 0,80 para um grupo com duas medidas repetidas, resultando em um tamanho amostral mínimo de 34 participantes para a intervenção.

### 2.3 Características da pista de treinamento em circuito

A PTC prevista no manual do EB possui dez estações de exercícios, variando membros superiores e membros inferiores, e dez exercícios para o repouso ativo, conforme Quadro 1.

**Quadro 1:** Exercícios Previstos na PTC

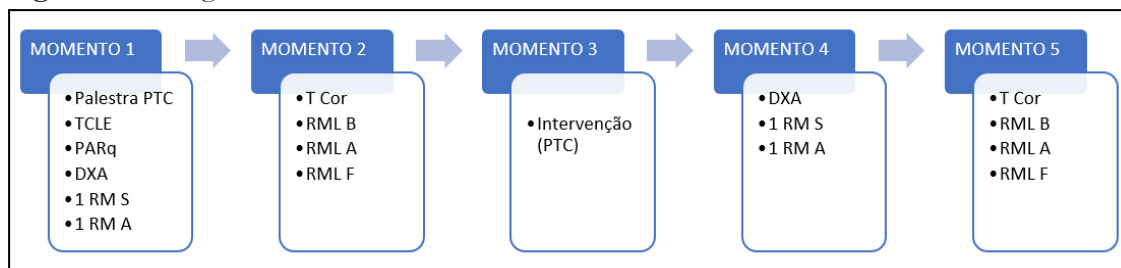
ESTAÇÃO	EXERCÍCIO	GRUPO MUSCULAR	INTERVALO ATIVO
1	FLEXÃO NA BARRA FIXA	DORSAL	CORRIDA ESTACIONÁRIA
2	SUBIDA NA ESCADA COM BARRA	QUADRÍCEPS	POLICHINELO
3	ELEVAÇÃO PÉLVICA UNILATERAL (APOIO DO PÉ ESQUERDO)	BÍCEPS FEMORAL	PULAR CORDA
4	REMADA VERTICAL	TRAPÉZIO	CORRIDA ESTACIONÁRIA
5	AGACHAMENTO COM BARRA (SUMÔ)	QUADRÍCEPS	POLICHINELO
6	DESENVOLVIMENTO COM BARRA	DELTOIDE	PULAR CORDA
7	AGACHAMENTO COM BARRA	QUADRÍCEPS	CORRIDA ESTACIONÁRIA
8	ELEVAÇÃO PÉLVICA UNILATERAL (APOIO DO PÉ DIREITO)	BÍCEPS FEMORAL	POLICHINELO
9	SUPINO COM BARRA	PEITORAL	PULAR CORDA
10	ABDOMINAL INFRA	ABDOMINAL	CORRIDA ESTACIONÁRIA

Fonte: Manual EB70 MC 10.375

### 2.4 Procedimento de coleta dos dados

Todas as avaliações foram realizadas no IPCFEx e na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) no período da manhã.

Os voluntários foram avaliados em cinco momentos, conforme Figura 1.

**Figura 1.** Fluxograma do desenho do estudo

**Fonte:** O próprio autor

Legenda: PTC (pista de treinamento em circuito); TCLE (termo de consentimento livre e esclarecido); PARq (questionário de prontidão para atividade física); DXA (absorciometria de raio-x com dupla energia); 1 RM S (uma repetição máxima no supino); 1 RM A (uma repetição máxima no agachamento); T Cor (corrida de 12 min); repetição máxima de barra (RML B); repetição máxima de abdominal (RML A); repetição máxima de flexão de braços (RML F)

MOMENTO 1: foi proferida uma palestra sobre: importância da realização do estudo, necessidade de o voluntário não realizar nenhum outro tipo de atividade que concorresse com o protocolo de treinamento aplicado, e explicações sobre a coleta dos dados antes e após o estudo. Em seguida, todos os voluntários assinaram o TCLE e o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q).

MOMENTO 2: os militares foram divididos em quatro grupos, por disponibilidade, e realizaram a avaliação da composição corporal, da força máxima, da resistência muscular e cardiorrespiratória em dois dias, conforme Quadro 2.

**Quadro 2:** Substituição dos testes por grupo

	<i>SEGUNDA</i>	<i>TERÇA</i>	<i>QUARTA</i>	<i>QUINTA</i>	<i>SEXTA</i>
GRUPO 1	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F	-	-	-
GRUPO 2	-	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F	-	-
GRUPO 3	-	-	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F	-
GRUPO 4	-	-	-	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F

**Fonte:** O próprio autor

Legenda: DXA (absorciometria de raio-x com dupla energia); 1 RM S (uma repetição máxima no supino); 1 RM A (uma repetição máxima no agachamento); T Cor (corrida de 12 min); repetição máxima de barra (RML B); repetição máxima de abdominal (RML A); repetição máxima de flexão de braços (RML F)

- No primeiro dia realizaram a avaliação da composição corporal por meio da absorciometria de raio-x com dupla energia (DXA), no IPCFEx. Em seguida, realizaram o teste de uma repetição máxima no supino (1 RM S) e o teste de uma repetição máxima no agachamento (1 RM A), na EsEFEx.

- No segundo dia, o teste de repetição máxima de barra (RML B), o teste de repetição máxima de abdominal (RML A), o teste de repetição máxima de flexão de braços (RML F) e o teste de corrida de 12 min (T Cor) foram realizados, todos na EsEFEx.

O intervalo mínimo de descanso entre os dias de teste foi de 24 h. O intervalo mínimo de descanso entre os exercícios realizados no mesmo dia foi de 30 minutos.

Foram utilizados os seguintes protocolos para cada tipo de avaliação:

- Composição corporal: DXA

Composição corporal aferida utilizando o aparelho DXA. Equipamento GE® Healthcare, modelo Lunar iDXA, o qual analisa a composição corporal por meio do processo dual X-ray absorptiometry, mediante escaneamento de corpo inteiro, para a determinação do percentual de gordura, massa gorda, massa livre de gordura, massa total e tecido adiposo visceral (HAARBO *et al.*, 1991).

Para tanto, os sujeitos seguiram o protocolo de exames do IPCFEx, estando em jejum de oito horas e sem prática de atividade física nas 24 horas que antecederam o exame. Os sujeitos foram avaliados por um técnico de radiologia e estavam trajando apenas sunga ou shorts.

- Força de membro inferior: agachamento 1 RM

Os participantes realizaram duas séries de aquecimento específico para exercícios de agachamento. Na primeira, os participantes realizaram oito repetições com 50% da carga estimada de 1RM e, na segunda série, três repetições com 70% da carga estimada de 1RM. Um intervalo de descanso de três minutos foi dado entre as séries. Três minutos após o aquecimento, o teste real começou com uma carga de, aproximadamente, 90% da massa corporal do sujeito. Os participantes tiveram até cinco tentativas para atingir o valor de 1RM do agachamento. Um intervalo de três minutos também foi concedido entre as tentativas. Cada repetição foi realizada em extensão total até o ponto em que as coxas ficassem paralelas ao chão. Um forte apoio verbal foi fornecido durante as tentativas (coeficiente de variabilidade intraindividual CV <5%) (Brown, Weir, 2001).

- Força de membro superior: supino 1 RM

Os participantes realizaram três séries específicas de aquecimento no supino. Na primeira série, realizaram quatro repetições com 40% de 1RM, estimada individualmente; na segunda, três repetições com 50% da 1RM, estimada individualmente; na terceira, duas repetições com 60% da 1RM, estimada individualmente. Um intervalo de três minutos foi permitido entre as séries. Três minutos após o aquecimento, os participantes tiveram até cinco tentativas (70, 80 e 90% e [1–2 repetições] 95% de 1RM estimado)

para obter a carga de 1RM (ou seja, peso máximo levantado uma vez com técnica adequada), com intervalo de três minutos entre as tentativas (Loturco *et al.*, 2017).

- Resistência muscular: flexão de braços (número máximo de repetições)

Os participantes realizaram de uma a três flexões para aquecimento específico e familiarização da execução correta do movimento. Após um minuto, o participante realizou o máximo de flexões de braço, sem tempo, não podendo parar o movimento caracterizando descanso.

- Resistência muscular: flexão na barra fixa (número máximo de repetições)

Foi realizada uma flexão na barra fixa para aquecimento específico e familiarização da execução correta do movimento. Após um minuto, o participante realizou o máximo de flexões na barra fixa, com a mão em pronação, sem tempo, podendo parar o movimento, mas sem desconectar da barra ou utilizar um apoio para descansar.

- Resistência muscular: abdominal supra (número máximo de repetições)

Os participantes realizaram de um a três abdominais supra para aquecimento específico e familiarização da execução correta do movimento. Após um minuto, o participante realizou o máximo de abdominais supra, com as mãos cruzadas sobre o peito, sem tempo, não podendo parar o movimento caracterizando descanso.

- Resistência cardiorrespiratória: corrida de 12 minutos (maior distância no tempo pré-determinado) Os participantes realizaram um aquecimento de dez minutos, com exercícios padronizados e com foco nos membros inferiores. Após isso, foram instruídos a percorrer a maior distância de corrida nos 12 minutos, permanecendo no local da pista de atletismo ao final do tempo.

### MOMENTO 3: INTERVENÇÃO

As 12 semanas de treinamento foram realizadas, de forma ininterrupta, na PTC da EsEFEx. Antecedendo cada sessão foi realizado um aquecimento dinâmico de cinco minutos, com exercícios de membros superiores e inferiores (Brasil, 2021).

Foram realizadas três sessões de treino semanais, conduzidas pelo autor do estudo, totalizando 36 sessões ao longo das 12 semanas. A primeira sessão foi de adaptação e teste de carga na PTC, conforme previsto no Manual de TFM do EB. Após isso, foi seguido o programa de treinamento previsto, respeitando a sequência dos dez exercícios, dos dez exercícios do intervalo de descanso ativo e dos 30 segundos de tempo para a execução em cada estação, conforme Quadros 1 e 3 (Brasil, 2021).

**Quadro 3:** Proposta de treinamento na PTC

DESENVOLVIMENTO DE PADRÕES				
SEMANA	CARGA			TEMPO DE EXECUÇÃO
	PASSAGEM	NR DE REPETIÇÕES	NR DE SÉRIES NA ESTAÇÃO	
1	2	10 a 12	1	30 seg.
2		10 a 12		
3		10 a 12		
4		10 a 12		
5	1	10 a 12	2	
6		10 a 12		
7		10 a 12		
8		10 a 12		
9		10 a 12		
10		10 a 12		
11		10 a 12		
12		10 a 12		

Fonte: Manual EB70 MC 10.375

A carga foi individualizada, controlada pelo pesquisador responsável pelo estudo, com base no teste de 15 repetições máxima (15 RM), feito na primeira sessão de treinamento.

A progressão da carga foi feita individualmente, aumentando para o próximo peso da estação de exercício, na sexta semana, ou conforme o voluntário sentiu facilidade em realizar de 12 a 15 repetições na estação do exercício com a carga inicial aferida no teste de 15 RM.

Nos MOMENTOS 4 e 5 ocorreu a reavaliação, onde foram realizados os mesmos testes e a avaliações, utilizando os mesmos protocolos e procedimentos descritos anteriormente.

## 2.5 Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk será utilizado para analisar a normalidade. Caso apresente distribuição normal, será utilizado o Teste de t de Student para amostras pareadas, verificando a diferença entre os momentos pré e pós-intervenção.

Utilizaremos os Testes de d de Cohen ( $d = (m1 - m2)/dp$ ) e r ( $r = Z/\sqrt{n}$ ) como medidas de tamanho de efeito. Aplicar-se-á o tamanho do efeito pelo d de Cohen, com classificação (0,01) = muito pequeno, d (0,2) = pequeno, d (0,5) =



médio,  $d(0,8)$  = grande,  $d(1,2)$  = muito grande, e  $d(2,0)$  = enorme (Sawilowsky, 2009). Para o Teste  $r$ , valores até 0,14 serão interpretados como pequenos, até 0,35 como médios e acima de 0,57 como grandes (Rice, Harris, 2005). Os dados serão analisados pelo IBM SPSS 23.0 Software estatístico. O nível de significância adotado será de 95% ( $p < 0,05$ ).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na composição corporal espera-se redução da massa gorda, aumento da massa livre de gordura e diminuição da gordura visceral estimada.

Na aptidão muscular, espera-se uma melhora da força de membros inferiores e membros superiores, bem como uma melhora significativa no número de repetições na execução da flexão de braços, da flexão na barra fixa e do abdominal supra.

Por fim, a resistência cardiorrespiratória é a variável com menor expectativa de melhora, visto que as características do protocolo de intervenção se distanciam dos tipos de treinamentos tradicionais para o desenvolvimento do condicionamento aeróbico.

### REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. **Resistance training and injury prevention**. Michigan, IN: ACSM, 2017. Disponível em: <https://www.acsm.org/docs/default-source/files-for-resource-library/smb-resistance-training-and-injury-prevention.pdf>. Acesso em 4 mar 2023.
- BRASIL. **Lei no 4.375, de 17 de agosto de 1964. Lei do Serviço Militar**. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1964.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Portaria - EME/C Ex - no 032, de 31 de março de 2008. Aprova a diretriz para o treinamento físico do Exército e sua avaliação**. Brasília, DF: Estado-Maior do Exército, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano Nacional de Saúde 2020-2023**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Portaria - COTER/C Ex - N° 117, de 28 de outubro de 2021. Aprova o Manual de Campanha Treinamento Físico Militar (EB70-MC-10.375)**. Brasília, DF: Comando de Operações Especiais, 2021.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Portaria - EME/C Ex - no 850, de 31 de agosto de 2022. Aprova a diretriz para a avaliação física do Exército Brasileiro (EB20-D-03.053)**. Brasília, DF: Estado-Maior do Exército, 2022.
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

DE ANDRADE, G. M. Z.; PINFILDI, C. E. Prevalence of musculoskeletal injuries and a proposal for neuromuscular training to prevent lower limb injuries in Brazilian Army soldiers: An observational study. **Military Medical Research**, v. 23, n. 5, p. 1-7, 2018.

FORTES, M. S. R. *et al.* Epidemiological study of metabolic syndrome in Brazilian soldiers. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 63, n. 4, p. 345-50, 2019.

FOULIS, S. A. *et al.* U.S. Army physical demands study: Accuracy of occupational physical assessment test classifications for combat arms soldiers. **Work**, v. 63, n. 4, p. 571-9, 2019.

FRAGALA, M. S. *et al.* Resistance training for older adults: Position statement from the national strength and conditioning association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019-52, 2019.

FRYKMAN, P. N.; MYERS, S. D. Development of criterion measure task simulations for physically demanding tasks. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 2, p. S7, 2017.

HAARBO, J. *et al.* Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). **Clinical Physiology**, v. 11, n. 4, p. 331-41, 1991.

LOTURCO, I. *et al.* Predicting the maximum dynamic strength in bench press: the high precision of the bar velocity approach. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 4, n. 31, p. 1127-31, 2017.

MAESTRONI, L. *et al.* The benefits of strength training on musculoskeletal system health: Practical applications for interdisciplinary care. **Sports Medicine**, v. 50, n. 8, p. 1431-50, 2020.

NEVES, E.B. Prevalência de sobrepeso e obesidade em militares do exército brasileiro: associação com a hipertensão arterial. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 13, n. 5, p. 1661-8, 2008.

RICE, M. E.; HARRIS, G. T. Comparing effect sizes in follow-up studies: ROC area, Cohen's d, and r. **Law and Human Behavior**, v. 29, n. 5, p. 615-20, 2005.

SAWILOWSKY, S. S. New effect size rules of thumb. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, v. 8, n. 2, p. 597-9, 2009.

STRICKER, P. R.; FAIGENBAUM, A.D.; MCCAMBRIDGE, T.M. Resistance training for children and adolescents. **Pediatrics**, v. 145, n. 6, 2020.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209-16, 2012.

# O processo de identificação das tarefas de combate para os militares de Infantaria da Aeronáutica do Brasil

Hassan Guimarães de Oliveira (BASV – FAB)

Vinicius de Oliveira Damasceno (UNIFA – FAB)

Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (UNIFA – FAB)

## RESUMO

Identificar as principais tarefas de combate inerentes às funções fisicamente exigentes desempenhadas pelos militares de Infantaria da Força Aérea Brasileira.

**Palavras-chave:** Tarefas de combate; Militar; Infantaria; Operacional; Teste físico.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos mostram que a atividade física atua em diferentes ações envolvendo não somente aspectos educativos, esportivos e atividade de lazer; mas também, a promoção da saúde e do bem-estar, como diminuir a morbimortalidade, a ansiedade, a depressão e obter melhora do desempenho no trabalho (ACSM, 2014; Mcardle, Katch, Katch, 2017; Blüher, 2019).

Organizações de segurança pública como corpos de bombeiros, policiais militares e forças armadas, precisam garantir que o militar operacional responsável por tarefas fisicamente exigentes tenha as habilidades e competências necessárias para desempenhar suas tarefas com eficácia e segurança (Robson *et al.*, 2017). Porém, são poucas as Organizações que conseguem estabelecer testes físicos com padrões de normalidade capazes de prever o desempenho operacional, como também são escassas àquelas que promovem o treinamento físico específico com foco nas tarefas de combate (Sean *et al.*, 2018; Silva, 2020).

Na Força Aérea Brasileira (FAB), os testes físicos têm por objetivo avaliar a condição física do militar para os níveis de saúde, o que não necessariamente os colocam aptos para o desenvolvimento de tarefas no teatro de operações (Botta, 2020; Silva, 2020).

Países como Estados Unidos, Austrália, Canadá e Reino Unido têm trabalhado para desenvolver testes físicos específicos para as tarefas desempenhadas em combate, que chamamos nesse trabalho de Tarefa de Combate (TC).

Com isso, uma bateria de teste físico operacional está se tornando comum nas Forças Armadas (Rayson, Holliman, Belyavin, 2000; Payne *et al.*, 2007; Gagnon *et al.*, 2015; Redmond, 2015; Canadá, 2016; Foulis *et al.*, 2017). Os testes

preditores variam desde aqueles altamente associados à tarefa original, como a marcha equipado de 4km com 40kg de carga em 50 minutos, seguido por mais 2km com 25kg de carga em 15 minutos, até tarefas muito mais simples, como corrida de 2 Km.

A forma de mensurar as TC pode variar desde testes de avaliações de desempenho testes de aptidão médica que usam medidas antropométricas, hemodinâmica e fisiológicas, até testes físicos específicos ou operacionais que avaliam a capacidade de realizar tarefas de prontidão física.

A FAB ao avaliar a condição física para os níveis de saúde, parece não verificar a operacionalidade do militar para execução das tarefas de combate que poderia, em certa medida, gerar uma falsa impressão de prontidão para o combate ou ações diretamente relacionadas à Infantaria de Aeronáutica INFAER (Sean *et al.*, 2018; Silva, 2020).

Uma das tropas de pronto-emprego na FAB são constituídos por militares da INFAER. Diferentes Ações de Força Aérea (Brasil, 2019) têm a participação desses militares operacionais, que requer a aquisição de equipamentos, treinamento de recursos humanos, e estrutura organizacional (Brasil, 2019).

**Quadro 1:** Divisão das ações de Força Aérea por área da infantaria

Área de atuação da Infantaria da Aeronáutica	Ações de Força Aérea
Defesa Aeroespacial	Defesa Antiaérea
Busca e Salvamento	Busca e Salvamento
	Busca e Salvamento em Combate
Operações Especiais	Ação Direta
	Contraterrorismo
	Guiamento Aéreo Avançado
	Reconhecimento Especial

Fonte: Adaptado de DCA 125-5.

Com base em cada Ação de Força Aérea, faz-se necessário o mapeamento das TC críticas relevantes, as demandas físicas, metabólicas e cognitivas com o objetivo de desenvolver um teste físico operacional e um programa de treinamento físico capaz de aprimorar a performance dos militares nas TC.

Para o desenvolvimento do Teste Físico Operacional (TFO), a partir de premissas científicas, recorreu-se ao procedimento de validação.

### 1.1 Processo de validação do teste físico operacional

A validação é uma etapa no desenvolvimento de padrões físicos fundamentais

para definir a prontidão operacional do militar. Optou-se por seguir o processo de validação descrito por Sean (2018), conforme o quadro abaixo. Entretanto, outras etapas adicionais, visando garantir que os testes selecionados e os padrões físicos exigidos para cada área de atuação da INFAER sejam indicadores úteis e confiáveis de sua prontidão para o combate (Sean *et al.*, 2018).

**Quadro 2:** Processo de Validação do Teste Físico Operacional

Fases	Aspecto	Etapa
1ª Fase	Análise de Trabalho	Identificar Tarefas de Combate
		Identificar Habilidades Físicas Necessárias
2ª Fase	Revisão de Testes	Identificar Testes Válidos e Confiáveis
		Avaliar Custo e Praticidade da Implementação do Teste
3ª Fase	Coleta de Dados	Pontuar militares em testes selecionados
		Avaliar o desempenho dos infantas em tarefas importantes da análise do trabalho
4ª Fase	Estabelecer Link de Desempenho de Teste	Usar testes estatísticos para avaliar a correlação
		Selecionar testes para otimizar a prontidão física
5ª Fase	Definir Padrões de Aptidão Física	Identificar Minimamente Aceitável Trabalho/Desempenho da Tarefa
		Estabeleça pontuações de teste que indicam prontidão física aceitável

**Fonte:** Adaptado do Sean, 2018.

No presente manuscrito optou-se por apresentar as características da primeira etapa da primeira fase do processo de validação descrito acima.

## 1.2 Identificar tarefas de combate

Os primeiros passos no desenvolvimento de um teste físico segundo Redmond (2015) e Sean (2018), apontam para identificar as tarefas mais exigentes fisicamente e, em seguida, quantificar as demandas fisiológicas das tarefas individuais.

Redmond (2015) para identificar as tarefas mais exigentes fisicamente começou revisando manuais de campo, vídeos de treinamento e descrições de tarefas físicas relacionadas a cada área de atuação de seus militares operacionais. No passo seguinte, um grupo de especialistas desenvolveu uma lista de tarefas e padrões mínimos associados com base nessa revisão, gerando uma lista de 32 tarefas que contemplava sete especialidades de combate.

Sean (2018), que desenvolveu seu estudo com militares operacionais da Força Aérea americana, avaliou diferentes fontes de informação para identificar tarefas e deveres de trabalho fisicamente exigentes incluindo reuniões com



especialistas, observações e revisão de documentos/ relatórios da Força Aérea, onde encontraram diversos documentos e relatórios que continham as tarefas específicas que os militares dessas especialidades realizam.

Com a participação de especialistas para selecionar as tarefas fisicamente exigentes, este processo de revisão resultou de 47 a 69 tarefas fisicamente exigentes para cada área de atuação dos militares operacionais (Controlador de Combate, Para-resgate, Equipe Meteorológica de Operações Especiais e Grupo de Controle Aéreo Tático). Essas tarefas foram avaliadas por combatentes divididos em grupos projetados para identificar a importância, intensidade, frequência e duração de cada tarefa.

Com isso, optou-se por construir uma lista de tarefas preliminares, baseados na busca da literatura existente e identificada na publicação de Redmond (2015), como a que melhor define e detalha cada tarefa de combate inerente aos militares da INFAER.

### **1.3 Objetivo da pesquisa**

Identificar os critérios para construção das tarefas de combate fisicamente exigentes para os militares de infantaria de aeronáutica.

### **1.4 Justificativa e relevância da pesquisa**

Ao revisar a literatura, as forças armadas de diferentes países têm desenvolvido programas de treinamento e testes físicos a partir das demandas físicas, psíquicas e cognitivas mais relevantes, preparando-os para a atividade fim, o combate.

A despeito de seus esforços em preparar os soldados para o combate e a análise feita nos documentos relativos ao tema na FAB (Brasil, 2019; Brasil, 2020), não foi possível identificar quais são as TC relevantes para o cumprimento das diferentes Ações de Força Aérea, dentro do teatro de operações, seja ele real ou uma simulação. Busca-se com o desenvolvimento das TC uma aproximação das demandas exigentes no combate com a preparação física do militar em seu dia a dia. Para a INFAER, além de ter indicadores de prontidão precisos do atual status da tropa para o combate, poderá determinar ações para a elevação dos níveis já alcançados.

## **2. PROCEDIMENTOS INICIAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DAS TC**

Para demonstrar essa metodologia, realizaremos uma análise das tarefas de quatro áreas de atuação da INFAER (Segurança e defesa, Defesa Aeroespacial, Operações especiais e Busca e salvamento).

Para a avaliação de validade de conteúdo, esse estudo foi dividido em 3 (três) etapas. Primeiramente, o desenvolvimento inicial de um instrumento, após essa

etapa entraremos para fase de quantificação e julgamento e por último na fase de revisão e reconstrução, onde iremos propor quais são as tarefas de combate desempenhada pelo militar de Infantaria da FAB (Almanasreh, Moles, Chen, 2019).

A literatura especializada recomenda de 3 a 20 especialistas (Almanasreh, Moles, Chen, 2019) o universo amostral será constituído por 6 (seis) militares especialistas das áreas de atuação da INFAER, sendo preferencialmente oficiais superiores. Por proximidade e similaridades em militares capacitados, agruparemos os militares de Busca e Salvamento e Operações Especiais em uma única área de atuação.

Os especialistas serão divididos em área de Busca e Salvamento e Operações Especiais, onde teremos um representante para responder o questionário da pesquisa no Esquadrão Aeroterrestre de Salvamento e outro na Subchefia de Segurança e Defesa (SCSD), para a área de Defesa Aeroespacial, mandaremos para a 1ª Brigada de Defesa Antiaérea e SCSD e para a área de Segurança e Defesa, mandaremos para o Grupo de Segurança e Defesa do Galeão e SCSD, ao modo que teremos 2 (dois) representante por área de atuação, sendo um da SCSD e outro da unidade de maior representatividade da área de atuação.

## **2.1 Identificação das tarefas de combate**

### **2.1.1 1ª Etapa: Desenvolvimento inicial do instrumento**

De acordo com Payne e Harvey (2010), os primeiros passos no desenvolvimento de um teste físico é identificar as tarefas mais exigentes fisicamente e, em seguida, quantificar as demandas fisiológicas das tarefas individuais (Payne, Harvey, 2010).

Nesta etapa foi concluída uma análise criteriosa de trabalho e das principais atividades de combatente nas forças armadas de outros países em cenários críticos, se baseando pelos testes físicos desenvolvidos por essas potências. Em sequência, serão realizadas entrevistas e questionários para complementar tarefas representativas (Constable, Palmer, 2000).

Baseando-se no cenário mundial, o Exército dos Estados Unidos tem grande experiência em conflitos armados, além de serem fomentadores de pesquisas relacionadas ao preparo físico operacional de seus combatentes. Diante dessa experiência, conhecimento e similaridades com nossa INFAER, tal questionário vai ter como base as 16 tarefas que o Exército americano julgou ser importante para suas especialidades combatentes (Redmond, 2015).

### **2.1.2 2ª Etapa: Quantificação e julgamento**

A segunda etapa da validação de conteúdo inicia-se após a definição preliminar do questionário, a organização dos itens gerados e a montagem. Na etapa de quantificação de julgamento convidaremos um grupo de especialistas para determinar a adequação para que conteúdo relevantes sejam incluídos no

instrumento e até que ponto o questionário foi desenvolvido para medir um determinado conceito de interesse da INFAER.

Embora a validade de conteúdo dependa do julgamento subjetivo de especialistas, a seleção de especialistas para revisar e criticar o conteúdo de um instrumento foi baseada em critérios bem definidos, como qualificações, experiência e treinamento (Almanasreh, Moles, Chen, 2019).

Para o preenchimento desse questionário, orientações por videoconferência e vídeos no Youtube® serão utilizados. Uma coluna será disposta com as tarefas de combate selecionadas para essa parte do estudo e suas explicações (Redmond, 2015). Os especialistas deverão selecionar a tarefa como: “Essencial”, “Útil, mas não essencial” ou “Não necessário”, além disso, os especialistas devem adaptar a tarefa para o que juguem ser essencial, além de ter um espaço em branco para acrescentarem ou retirarem uma tarefa, sempre trazendo para a realidade da INFAER (Almanasreh, Moles, Chen, 2019).

Após o preenchimento desse questionário e seleção das tarefas de combate para a INFAER, um novo questionário será construído e distribuído novamente para os juízes, Essas tarefas serão avaliadas pelos especialistas em sua área de atuação para identificar a importância, frequência, duração e intensidade de cada tarefa, os militares selecionados a participarem dessa etapa serão solicitados a classificar por importância cada tarefa para o desempenho eficaz da missão em uma escala de 5 pontos, variando de 1 “Não importante” a 5 “Crucial”.

Para frequência, os militares serão solicitados a avaliar com que frequência eles realizaram cada tarefa em suas missões nos últimos dois anos em uma escala de 1 “Nunca Executado” (por exemplo, recebeu treinamento, mas nunca teve que realizar uma missão/treinamento) a 5 “Sempre Executado” (por exemplo, em todas as missões/treinamento, várias vezes durante uma missão/treinamento).

Para avaliar a duração, serão solicitados a avaliar quanto tempo leva para realizar cada tarefa antes que pudessem descansar ou passar para uma nova tarefa. A duração foi avaliada em uma escala de 5 pontos variando de 1 “0 a 2 minutos” a 5 “Mais de 2 horas”.

Por fim, os militares vão avaliar quanto esforço físico foi necessário para concluir com sucesso cada tarefa para medir a intensidade, que foi classificada em uma escala de 10 pontos variando de 1 “Muito, muito leve” a 10 “Máximo”. Esta escala é uma adaptação da escala de esforço percebido de (Foster et al., 2010).

### 2.1.3 3ª Etapa: Revisão e reconstrução

Depois de analisar os dados na etapa quantitativa e coletar comentários de especialistas da fase de julgamento, junto dos especialistas iremos decidir se deve reter, modificar, omitir ou adicionar novos itens ao questionário. Se o nível desejado de validade de conteúdo não for alcançado, uma segunda rodada será realizada usando os mesmos juízes.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar as normas que regem o treinamento físico e a operacionalidade na FAB, identificou-se a necessidade de desenvolver um treinamento físico operacional para os militares combatentes da INFAER.

Tropas operacionais no mundo já adotam treinamentos físicos específicos baseados nos TC fisicamente relevantes. Para os militares da INFAER, o desafio é desenvolver testes físicos de fácil mensuração, com implementos que possam ser facilmente adquiridos ou adaptados, práticos e com viabilidade logística para grandes contingentes, que possam mensurar de forma válida e confiável o atual estado de condição física do militar operacional.

Para essa proposição, identificar cientificamente as TC a partir de especialistas parece a forma de aproximar as demandas necessárias para o combate às possibilidades de implementos.

### REFERÊNCIAS

- ALMANASREH, E.; MOLES, R.; CHEN, T. F. Evaluation of methods used for estimating content validity. **Research in Social and Administrative Pharmacy**, v. 15, n. 2, p. 214-221, 2019.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2014.
- BOTTA, W. C. **Validação de testes físicos focados nas tarefas de combate relevantes aos cadetes de Infantaria da Força Aérea Brasileira**. 2020. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Desempenho Humano Operacional) – Programa de Pós-Graduação em Desempenho Operacional, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2020.
- BLÜHER, M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 15, n. 5, p. 288-98, 2019.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Conceito de emprego da Infantaria da Aeronáutica**. Brasília, DF: COMAER, 2019.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Doutrina básica da Força Aérea Brasileira**. Brasília, DF: COMAER, 2020).
- CANADÁ, Canadian Armed Forces. **Force Operations Manual**. A Division of Canadian Forces Morale and Welfare Services, 2016.
- CONSTABLE, S.; PALMER, B. **The process of physical fitness standards development**. Ohio: Human Systems Information Analysis Center, 2000.
- FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109-15, 2001.

FOULIS, S. A. *et al.* U.S. Army Physical Demands Study: Development of the Occupational Physical Assessment Test for Combat Arms soldiers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, p. S74-S78, 2017.

GAGNON, P. *et al.* The FORCE fitness profile - Adding a measure of health-related fitness to the Canadian Armed Forces operational fitness evaluation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. S192–S198, 2015.

McARDLE, W.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2017.

PAYNE, W. R. *et al.* **Physical performance tests and standards: Infantry and ADG; Defence Physical Employment Standards Project**. Australia: School of Human Movement and Sport Sciences, 2007.

PAYNE, W.; HARVEY, J. A framework for the design and development of physical employment tests and standards. **Ergonomics**, v. 53, n. 7, p. 858-71, 2010.

RAYSON, M; HOLLIMAN, D; BELYAVIN, A. Development of physical selection procedures for the British Army. Phase 2: Relationship between physical performance tests and criterion tasks. **Ergonomics**, v. 43, n. 1, p. 75-105, 2000.

REDMOND, J. E. *et al.* **Development of a Physical Employment Testing Battery for Infantry Soldiers: 11B Infantryman and 11C Infantryman – Indirect Fire**. Natick, MA: U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, 2015.

SEAN, R. *et al.* Fit for duty? Evaluating the physical fitness requirements of battlefield airmen. **Rand Health Quarterly**, v. 7, n. 2, p. 8, 2018.

SILVA, R. T. **Análise de relação entre as capacidades físicas e composição corporal com desempenho operacional de militares em teste simulado**. 2020. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Desempenho Humano Operacional) – Programa de Pós-Graduação em Desempenho Operacional, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2020.



# Avaliação de demandas físicas e fisiológicas do operador de busca e salvamento em combate da Força Aérea Brasileira

Lucio Mauro Campos Silva Júnior (GAV – FAB)

Renato de Oliveira Massafferri (IMAE – FAB)

## RESUMO

O presente trabalho busca avaliar as demandas psicofisiológicas dos Operadores de Busca e Salvamento em Combate da Força Aérea Brasileira na atividade de Atendimento Pré-Hospitalar Tático, com objetivo principal de produzir subsídios para melhorias futuras em seu preparo e emprego operacional.

**Palavras-chave:** Militar; Busca e salvamento; Atendimento pré-hospitalar tático; Demanda física; Operacional.

## 1. INTRODUÇÃO

A demanda dos conflitos modernos exige que militares sejam capazes de cumprir as mais variadas tarefas relacionadas às suas atividades específicas em campo, variando de acordo com as diversas demandas ocupacionais que exercem. Como forma de se atingir esse nível de preparo, testes físicos periódicos são aplicados visando a avaliação da aptidão física. Contudo, embora esses testes sejam bons preditores do estado geral de saúde e preparo físico, não são bons preditores de tarefas específicas de combate (Sean *et al.*, 2018).

Segundo Spiering (2021), ainda que inovações tecnológicas venham sendo implementadas para o melhor desempenho operacional do militar, tais avanços não reduziram as demandas físicas dos operadores. Além disso, a preparação física de um militar deve ser orientada para os objetivos e atividades próprias de sua função (Brasil, 2015). Nesse contexto, Botta (2020), salienta que na Força Aérea Brasileira (FAB), a aplicação do teste físico (TACF) é algo abrangente, que embora seja adequado para avaliar saúde e condição física geral, não trata de maneira específica às necessidades peculiares dos diversos empregos operacionais da tropa, gerando diversas lacunas de conhecimento e doutrina a serem preenchidas.

Ações de Busca e Salvamento (SAR) e Busca e Salvamento em Combate (CSAR), previstas na Doutrina Básica da Força, a DCA 1-1, representam atividades relevantes ao emprego operacional da Força. Dentro do contexto do CSAR, as ações de atendimento pré-hospitalar tático (APHT), que consistem, basicamente, nos esforços para manutenção da vida em território hostil ou situação de perigo, revelam-se ser de grande exigência física dos operadores, os quais não possuem, até o momento, treinamento e preparo específico relevante para tal atividade.

Portanto, ainda que existam diversos estudos descrevendo demanda de militares operacionais, poucos / raros são aqueles que direcionaram seus esforços em caracterizar demandas psicofisiológicas dos operadores do SAR, mais especificamente no APHT. Isto posto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura para levantar as principais demandas psicofisiológicas de militares submetidos a tarefas operacionais reais ou de treinamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Foi realizada uma revisão sistemática entre os meses de fevereiro e abril de 2022.

### 2.1 Critério de elegibilidade

- População: militar das Forças Armadas ou de algum órgão de segurança pública;
- Intervenção: ter sido submetido a curso, treinamento ou missão operacional;
- Comparação: apresentar dados comparativos com outros grupos ou situações controle;
- Desfecho: apresentar desfechos de desempenho físico, marcadores fisiológicos e/ou psicológicos.

### 2.2 Estratégia de busca

Foram realizadas buscas sistemáticas nas bases PubMed, BVS/LILACS e Cochrane Library, utilizando-se dos principais descritores “*Physical Functional Performance*” e seus sinônimos.

Resultados: Foram levantados 2302 artigos sem duplicatas, todos analisados conforme os critérios pré-definidos, onde restaram 22 artigos que serviram de base para uma revisão literária inicial sobre o tema proposto.

## 3. RESULTADOS

Em guerras passadas, era comum o transporte de cargas pesadas por longas distâncias, devido à inexistência ou alto custo de meios terrestres ou aéreos que viabilizassem o transporte das tropas diretamente ao objetivo no campo de batalha. Com o passar dos anos e a evolução das exigências físicas dos combatentes, adaptadas ao cenário atual dos conflitos, destaca-se o aumento dos estudos na área de performance de atividades de alta intensidade em combate, tais como sprints, levantamentos de cargas ou pessoas e arrasto de vítimas (Maladoungdock, 2014), também definido como o campo de batalha anaeróbico (Kraemer, Szivak, 2012).

Nesse campo, programas de condicionamento que visam força máxima e

potência são cada vez mais reconhecidos como um componente importante do preparo físico militar (USA, 2013) embora historicamente e mesmo nos dias atuais, as avaliações comumente ocorridas nesse meio são, majoritariamente, de resistência aeróbica, devido à facilidade de implementação de tais provas, adicionadas ao baixo custo e simplicidade na aplicação, sobretudo para grandes efetivos.

Todavia, reconhecendo as contínuas mudanças das exigências físicas, psicofisiológicas e até mesmo no próprio ambiente dos conflitos modernos, a emergência de programas de treinamento físico mais completos e específicos é claramente visível, envidando esforços na busca da melhor performance no campo de batalha moderno. Nesse sentido tem envidado esforços no sentido de buscar relacionar as valências físicas relacionadas às diversas tarefas de combate relevantes a cada área de atuação, buscando promover testes que sejam replicáveis, repetidos, confiáveis, seguros e que não requeiram altos níveis de habilidades dos sujeitos (Frykman *et al.*, 2019).

Segundo os mesmos estudos, existem critérios básicos que devem ser considerados na escolha de testes ou a real tarefa a ser executada, são eles: (i) Testes que representam baixo risco e facilidade na execução como, por exemplo, uma marcha a pé com adicional de carga, onde apenas modificando a duração da tarefa podemos predizer o desempenho dos indivíduos, mantendo próximo à execução real; (ii) Para determinadas ações, o próprio teste pode causar alterações no ambiente que irão interferir diretamente na confiabilidade e definição de critérios de análise, tal como um arrasto de boneco em superfície flexível, onde o próprio arrasto pode alterar o atrito com o solo e reduzir a demanda física; (iii) É desejável simplificar o ambiente de treinamento a fim de preservar a demanda física exigida e reduzir a necessidade de equipamentos ou acessórios; (iv) Alguns testes podem ter alto custo ou risco para serem simulados, o que destaca a importância de se definir critérios e medidas para avaliação, a fim de produzir avaliações confiáveis e seguras (Frykman *et al.*, 2019).

Além disso, testes podem ter seus critérios baseados em normas ou referências. Quando fundamentados em normas, os testes representam apenas referências arbitrárias, que não se ligam com outras medidas e não são preditores de saúde, bem-estar ou performance em combate. Já quando baseados em critérios referenciais, os resultados estão conectados com outras medidas, que podem servir de base para predizer algo que se deseja medir ou avaliar a partir do teste realizado (Sean *et al.*, 2018).

Ações de emprego real ou até mesmo treinamentos operacionais exigem muito da capacidade física dos militares sendo de suma importância uma aptidão física adequada para cada tarefa (Mendes, Ferreira, 2010; Muniz, Bastos, 2010).

Militares fisicamente bem-preparados apresentam aumento significativo da prontidão para o combate, além de elevados níveis de confiança e motivação para sua atividade fim (Moraes, 2008). Em que pese a facilidade do transporte atual, o sucesso das operações militares geralmente depende da mobilidade e da

capacidade dos soldados de transportar seu próprio equipamento (Knapik *et al.*, 2005), ressaltando o fato de que pessoas com capacidades físicas inadequadas ao transporte do próprio equipamento de combate aumentam sua suscetibilidade à fadiga física ou lesões, o que, por sua vez, pode comprometer o sucesso da missão (Nindl *et al.*, 2013). Sendo assim, faz-se mister o preparo físico não somente visando melhoria na condição geral de saúde do indivíduo, mas buscando um aprimoramento direto em seu desempenho operacional (USA, 2012).

Nesse contexto, um conceito importante levantado em pesquisas modernas é a “Análise de Demanda de Trabalho” (ADT) - Job Demmand Analysis (JDA), que se traduz na análise de um trabalho específico, para determinar as demandas físicas e fisiológicas exatas do trabalho. As informações são coletadas sistematicamente por meio de observação, medições diversas e entrevistas/questionários com operadores e instrutores (Van Der Beek, Van Gaalen, Frings-Dresen 1992), onde quantificar a performance exigida para tarefas como fisicamente demandadas se faz importante nos seguintes aspectos: avaliar o que é realmente empregado em atividades operacionais e explorar a associação da execução de habilidades básicas com as de demandas mais complexas (Pandorf *et al.*, 2003).

Em se tratando de ADT, esforços são feitos para determinar quais tarefas estão incluídas no desempenho da tarefa estudada e quais as demandas ou habilidades são necessárias (Dwyer, Prien, Burke, 1987). A maioria das fontes publicadas que estudam a análise do trabalho são originárias da indústria ou de uma perspectiva da psicologia organizacional, que embora apresentem um foco diferente dos serviços militares, concentrando-se em perspectivas psicossociais em vez de fatores físicos, nos fornecem ferramentas que podem ser úteis em pesquisas de desempenho humano operacional (Constable, Palmer, 2000).

A ADT determina as demandas físicas associadas às funções desempenhadas em relação à frequência, duração e intensidade de cada tarefa, para então delinear as demandas físicas necessárias para a tarefa maior a ser analisada (Constable, Palmer, 2000).

Dentro das atividades de busca e salvamento em combate, sobretudo no atendimento pré-hospitalar tático, tarefas de combate de maior relevância foram identificadas na literatura e parecem demandar importantes valências físicas, são elas:

- Executar uma técnica de ação imediata empregando táticas para quebrar o contato com o inimigo;
- Arrastar ou carregar um ferido, tirando-o de alguma condição de risco em uma aeronave ou veículo;
- Arrastar uma vítima de uma área de confronto imediato para um abrigo seguro;
- Promover a rápida extração de dispositivos e equipamentos;
- Levantar e carregar pessoas ou equipamentos, utilizando-se de macas ou auxílios diversos para aeronaves ou veículos;

As cinco tarefas listadas foram encontradas entre as sete tarefas com o maior grau de relevância e uma relação de mais de 400 tarefas levantadas em uma pesquisa realizada em meio aos homens de resgate da Força Aérea Americana (USA, 2017).

Tendo todas essas informações já levantadas e catalogadas por meio da revisão literária, o trabalho prosseguiu com a coleta de diversos dados julgados relevantes durante os estudos, baseados nos quais pretende-se relacionar as tarefas relevantes executadas com suas respectivas demandas físicas relevantes, além de buscar os melhores meios de atingir nosso principal objetivo, que é estabelecer as principais demandas físicas e fisiológicas para nossos operadores nas tarefas específicas de interesse, dentro do nosso contexto operacional, visando melhor preparo e emprego desse meio na FAB.

### 3. COLETA DE DADOS

O presente trabalho contou com diversas avaliações feitas com o público alvo de pesquisa, os Homens de Resgate da FAB. Avaliações de força e resistência de core e membros inferiores, além de uma pista contendo três tarefas de combate relevantes, foram realizadas e serão detalhadas a seguir:

#### 3.1 Deadlift ou levantamento terra

Avaliação de força e resistência core e membros inferiores: Com o auxílio de uma barra fixa com pesos e partindo do solo, os voluntários eram submetidos a um teste de carga máxima (CM) para 5 repetições. Inicialmente, com 50% da CM para 5 repetições, executavam 10 repetições até o peso tocar o chão. Com 1 minuto 30 segundos de intervalo, uma nova série de 8 repetições com 80% da CM e, após o mesmo intervalo, eram concedidas 3 tentativas para o operador finalmente encontrar a CM para 5 repetições, mantendo-se o intervalo entre as tentativas.

**Figura 1:** Dead Lift



Fonte: O autor



### 3.2 Elevação dos cotovelos nos joelhos (*leg touch*)

Avaliação de força e resistência core: Com pegada alternada (supinada e pronada) em uma barra fixa, o teste consiste na elevação dos dois joelhos na altura dos dois cotovelos, visando o máximo de repetições completas, sem se desligar da barra. Foi executada apenas uma tentativa para cada operador.

**Figura 2:** Leg tuck



Fonte: O autor

### 3.3 Prancha frontal estática

Avaliação de resistência do core: Com os cotovelos e ponta dos pés apoiados no solo e barriga voltada para baixo, o voluntário permanece o máximo que conseguir na posição ereta, sendo realizada também apenas uma tentativa e contabilizado o tempo máximo de resistência.

### 3.4 Teste de salto vertical na parede

Avaliação de potência de membros inferiores: partindo do solo, o operador executa, somente com reposicionamento e sem intervalos, oito saltos com amplitude máxima, sendo todos esses catalogados na sequência.

### 3.5 Pista de atividades militares relevantes (APHT)

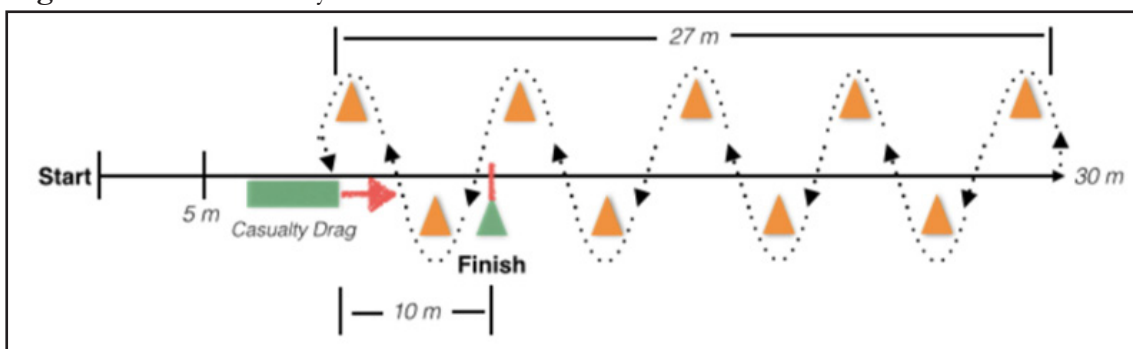
Como principal meio de coleta de dados relevantes para a presente pesquisa, foi proposta a execução de uma pista baseada no Combat Course Protocol (Maladouangdock, 2014), que visa avaliar as demandas físicas dos operadores em três tarefas de combate relevantes: Sprint de 30m, 27m em corrida com mudanças de direção - zigzag run e 10m de arrasto de boneco (80 Kg).

Todos os participantes portavam o sensor H10 Polar acoplado ao monitor V800, com vistas à medição da variabilidade da frequência cardíaca (FCR) durante a execução dos exercícios. Para obtenção de parâmetros, eram coletados 10 minutos da FCR em repouso e na sequência dava-se início a 3 passagens pela pista, com 5 minutos de intervalo entre elas. Por fim, foram coletados 5 minutos após para verificação da FCR de recuperação.

Com pelo menos 48 horas de intervalo, os sujeitos eram submetidos a uma nova bateria de testes na pista, porém, executando separadamente cada tarefa somente uma vez, com 5 minutos de intervalo entre as execuções. O objetivo foi obter dados que destacam as principais demandas para a execução das tarefas de maneira simultânea e destacadas, além de verificar a interferência da execução contínua dos exercícios, buscando a melhor análise possível das demandas necessárias ao seu desempenho.

Todas as pistas eram executadas com o operador portando um fuzil calibre .556, colete tático com placa balística e capacete balístico. Até o presente momento foram coletados 18 indivíduos e pretende-se chegar ao número de 32 operadores participantes da pesquisa. Os dados ainda não sofreram análises estatísticas.

Figura 3: Overall military course



Fonte: Maladouangdock, 2014

## Visão geral da Pista

**Figura 4:** Sprint 30m



Fonte: O autor

**Figura 5:** Zig Zag 27m



Fonte: O autor

**Figura 6:** Arrasto de boneco 10m



Fonte: O autor



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, baseados nos principais fatores levantados na literatura e na análise dos dados coletados, pretendemos destacar as principais demandas físicas e fisiológicas dos Operadores de Busca e Salvamento em Combate em atuação na FAB, a fim de garantir ações futuras que contribuirão para o aprimoramento da seleção e preparo desses homens no desempenho de suas funções, temas que serão objetos para estudos futuros.

Os estudos e coletas foram focados não apenas no levantamento de dados da literatura, mas também na garantia de uma avaliação segura e válida do estado atual de nossos operadores, o que deve nos garantir boa adequação dos achados da pesquisa a uma realidade operacional futura prática e exequível. É digno de destaque o fato de que, na atividade de APHT, até o presente momento, não havia trabalhos específicos que levantassem as principais demandas desses operadores, destacando a importância do trabalho e corroborando com os rumos da pesquisa.

Dessa forma, percebemos que o levantamento de dados que enxergam demandas específicas e visam aprimoramentos futuros faz-se necessário e relevante à melhoria do desempenho humano operacional dentro das Ações SAR e CSAR na FAB.

## REFERÊNCIAS

BOTTA, W. C. **Validação de testes físicos focados nas tarefas de combate relevantes aos cadetes de infantaria da Força Aérea Brasileira**. 2020. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Desempenho Humano Operacional) – Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Manual de treinamento físico militar**. 4a ed. **EB20-MC-10.350**: Brasília, DF: Estado Maior do Exército, 2015.

CONSTABLE, S. H.; PALMER, B. **The process of physical fitness standards development**. Fort Belvoir, VA: DTIC-AI, 2000.

DWYER, O. W.; PRIEN, E. P.; BURKE, T. L. Making physical fitness standards job related. **Parks and Recreation**, v. 22, n. 2, p. 30-2, 1987.

FRYKMAN, P. *et al.* **Development of criterion measure task simulations for physically demanding tasks**. Natick, MA: U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, 2019.

KNAPIK, J. *et al.* Evaluation of a standardized physical training program for basic combat training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 246-53, 2005.

KRAEMER, W. J.; SZIVAK, T. K. Strength training for the warfighter. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 2, p. S107-18, 2012.

MALADOUANGDOCK, J. **The role of strength and power in high intensity military relevant tasks**. 2014. 72 f. Master's Theses (Master of Sciences) – University of Connecticut, Connecticut, 2014.

MENDES, L. C. V.; FERREIRA, C. E. S. Comparação de dois protocolos indiretos na avaliação da capacidade aeróbia de alunos do núcleo de preparação de oficiais da reserva. **Educação Física em Revista**, v. 4, n. 2, p. 1-8, 2010.

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. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 2, n. 8, p. 192-9, 2008.

MUNIZ, G. R. *et al.* Prevalência de obesidade em militares da Força Aérea Brasileira e suas implicações na medicina aeroespacial. **Revista de Educação e de Tecnologia Aplicadas à Aeronáutica**. v. 2, n. 1, p. 25-36, 2010.

NINDL, B. C. *et al.* Physiological employment standards III: Physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 11, p. 2655-72, 2013.

PANDORF, C. E. *et al.* Reliability assessment of two militarily relevant occupational physical performance tests. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 1, p. 27-37, 2003.

SEAN, R. *et al.* Fit for duty? Evaluating the physical fitness requirements of battlefield airmen. **Rand Health Quarterly**, v. 7, n. 2, p. 8, 2018.

SPIERING, B. A. *et al.* Predicting soldier task performance from physical fitness tests: Reliability and construct validity of a soldier task test battery. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 10, p. 2749-55, 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. U.S. Army. **Tactical combat casualty care: Lessons and best practices**. Fort Leavenworth, KS: Center for Army Lessons Learned, 2012.

UNITED STATES OF AMERICA. U.S. Army. **Army physical readiness training**. Washington, DC: Department of the Army, 2013.

UNITED STATES OF AMERICA. U.S. Army. **Tactical combat casualty care: Quick reference guide**. Hudson Oaks, TX: HR Montgomery, 2017.

VAN DER BEEK, A. J.; VAN GAALEN, L. C.; FRINGS-DRESEN, M. H. Working postures and activities of lorry drivers: A reliability study of on-site observation and recording on a pocket computer. **Applied Ergonomics**, v. 23, n. 5, p. 331-6, 1992.



# Associação entre lesão musculoesquelética, demanda operacional e exercício físico em pilotos

Marcio Henrique Malta Almeida (HCA – FAB)

Helder Guerra de Resende (UNIFA – FAB)

Vinicius de Oliveira Damasceno (UNIFA – FAB)

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é verificar a associação entre lesão musculoesquelética, demanda operacional e exercício físico entre pilotos militares da Força Aérea Brasileira.

**Palavras-chave:** Aviador; Dor; Treinamento físico; Desempenho.

## 1. INTRODUÇÃO

Na Força Aérea Brasileira (FAB), o piloto é o personagem principal. É ele quem conduz a aeronave e para sua formação são necessários quatro anos de curso na Academia da Força Aérea (AFA). Após a conclusão do treinamento, a partir de critérios definidos pela FAB (características físicas, emocionais, desempenho intelectual entre outros), o cadete é selecionado para algum tipo de aviação, a saber: caça, helicóptero, transporte e patrulha. Independentemente do tipo de aeronave e do tipo de missão, o piloto deve estar preparado fisicamente e mentalmente para atender as demandas operacionais que a atividade exige. Em situações de voo, missão ou treinamento, a literatura lista uma série de situações especiais que são impostas aos pilotos, como por exemplo: força da gravidade ( $Gz+$ ) (Baer, 2020), vibração da aeronave, interação com inúmeros equipamentos e instrumentos (Baer, 2020; O'conor *et al.*, 2020), maior tempo de voo (Harrison *et al.*, 2015), maior atenção, necessidade de tomada rápida de decisão, muitas horas de voo que conseqüentemente (Baer, 2020; Heilbronn *et al.*, 2023) conduzem o piloto a situações extremas de poucas horas de sono e fadiga mental/física (Kelley, Feltman, Curry, 2018) que favorecem a dor e o surgimento de lesões músculo esqueléticas (LME).

Diversos estudos apresentam que a dor e LME entre pilotos nas regiões cervical e lombar são altamente prevalentes (Van Den Oord *et al.*, 2010; Truszczyńska *et al.*, 2012; Rhon *et al.*, 2022; Heilbronn *et al.*, 2023). Os estudos de Rhon *et al.* (2022); Yang *et al.* (2021), Salmon, Harrison e Neary (2011), Posch *et al.* (2019) apresentam números preocupantes em relação a prevalência

de LME nas regiões cervical e lombar entre pilotos. Salmon, Harrison e Neary (2011) apontam que, entre os pilotos militares de helicóptero, a prevalência de LME nas regiões cervical e lombar pode variar de 56,5 a 84,5%, respectivamente. O estudo de Posch *et al.* (2019) relata que a prevalência de LME na cervical pode variar entre 60 e 80% e que apesar da região lombar também ser afetada, não apresentam dados de prevalência. Eles sugerem apenas que a prevalência de LME lombar entre pilotos é superior quando comparado a população normal. Neste estudo os pesquisadores investigaram 221 pilotos e encontraram uma prevalência de 67,3% após um ano na função como piloto de helicóptero.

Brandt *et al.* (2015) destacam o aumento do peso sobre a musculatura que já se encontra demandada e estressada pela vibração e postura desconfortável durante o voo com o uso de equipamentos como armadura corporal, trajes de sobrevivência e equipamentos de visão noturna. Isto, associado a missões de longa duração, pode resultar em aumento do risco de dor e LME. Em um estudo retrospectivo realizado por Wagstaff, Jahr e Rodskier (2012), foram avaliados 105 pilotos militares de caça da Noruega e os resultados apontaram que 72% e 38% dos pilotos apresentaram dor ou LME na cervical e lombar, respectivamente. Os autores sugeriram que o aumento da força G e as manobras de rotação cervical durante o voo favorecem ao surgimento de dor e LME. Um estudo coreano realizado com 1003 aviadores do sexo masculino, idade média de 30 anos evidenciou 48,2% apresentaram alguma experiência de dor no pescoço durante e/ou após o voo. A partir de uma regressão logística, os autores encontraram que a força G, maiores horas voo e IMC favorecem ao desfecho de dor cervical (Kang *et al.*, 2011).

O treinamento militar envolve uma diversidade de atividades, como, aprendizagem técnica do equipamento a ser utilizado, treinamento físico exaustivo, ensaio técnico tático, entre outras práticas, com a finalidade de elevar o militar ao estresse físico extremo, para que em condições de combate ele possa responder adequadamente às demandas operacionais (Heilbronn *et al.*, 2023). Ainda de acordo com os referidos autores, em geral, o treinamento físico dentro das organizações militares é dividido em três grandes partes: treinamento físico; treinamento de habilidades específicas e exercício de campo.

Os mesmos autores, descrevem que no treinamento das habilidades específicas e durante os exercícios de campo, os militares estão equipados com vestimentas que podem chegar a mais de 45kg (Heilbronn *et al.*, 2023). O treinamento de habilidades específicas dos pilotos, inclui exercícios especiais e específicos para suportar as demandas operacionais (peso dos equipamentos, vibração, força Gz+, etc.). Acredita-se que a preparação física e o treinamento de habilidades específicas sejam preponderantes para que os pilotos suportem a demanda operacional (Heng *et al.*, 2022).

Diversos estudos confirmam que a prática de exercício físico regular ou treinamento físico pode trazer benefícios a saúde, promovendo melhora em doenças cardiovasculares, metabólicas, pulmonares, psiquiátricas e musculoesqueléticas. Ademais, o treinamento físico promove melhoras no desempenho e performance física, psicológica e na habilidade laboral (Sjøgaard *et al.*, 2016).

Não há dúvidas de que os exercícios físicos, o treinamento para habilidades específicas e os exercícios de campos possam promover adaptações crônicas que favoreçam os pilotos em suas funções. Uma revisão conduzida por Sjøgaard *et al.* (2016) demonstrou que pilotos de caça treinados fisicamente apresentam menor índice de dor/LME cervical comparativamente aos pilotos menos treinados, sugerindo que melhores condições de força muscular e menores índices de massa corporal favorecem o desempenho operacional. Em contrapartida Heng *et al.* (2022) evidenciaram em sua revisão sistemática que não há relação entre a força muscular do ombro e a intensidade da dor/LME no pescoço. Entretanto, os mesmos autores são cautelosos em afirmar que o exercício não teria efeito protetivo e preventivo na intensidade da dor e prevenção da LME.

Num estudo de intervenção realizado na Finlândia em 1998, o autor demonstrou que o exercício físico foi capaz de atuar reduzindo a percepção da dor cervical dos pilotos de caça que já eram sintomáticos antes do início do estudo, assim como aumentou a tolerância a novos quadros álgicos cervicais (Kemppainen *et al.*, 1998).

Uma das maiores preocupações da dor/LME, seja cervical ou lombar, entre pilotos está diretamente relacionada a uma possível diminuição no desempenho operacional ou afastamento do piloto de suas atividades operacionais que poderia comprometer e colocar em risco as missões de âmbito institucional (Salmon, Harrison, Neary, 2011; Sjøgaard *et al.*, 2016; LOCK, Bonetti, Campbell, 2018). Salmon *et al.* (2011) ressaltam que as dores podem causar diversos prejuízos como sofrimento pessoal até mesmo perdas financeiras devido à redução do poder humano nas defesas aéreas ao redor do mundo, impactando na saúde da força de trabalho e na capacidade operacional (Wallace *et al.*, 2021). Um estudo finlandês realizado com pilotos de caça demonstrou que os pilotos que apresentam menor preparo físico podem estar em maior risco de desenvolver algum tipo de limitação para o voo relacionado a transtornos espinhais (Honkanen *et al.*, 2018).

**Quadro 1:** Sumarização dos estudos transversais envolvendo demanda operacional, exercício e dor em pilotos

Autor (ano)	País	Experiência em voo	Instrumentos utilizados	Tipo de aviação	Demanda operacional	Exercício	Lesão/dor	Resultados
Kang <i>et al.</i> (2011)	República da Coreia	Grupos: ≤ 350 horas > 350 horas	- Questionário elaborado pelos autores	Caça	Horas de vôo/semana: NR Altitude/semana: NR μ Força Gmáx: 6.4 G μ Freq. Exposição Gmáx: 9.7 seg Duração Evento Gmáx = 13.9 Percep Esforço voo: NR Equip. extras: NR Outros: NR	Tipo: Exercício aeróbio, Força, Alongamentos Freq. semana = NR Intensidade: NR Duração: NR	Cervical	- Aproximadamente metade dos pilotos apresentaram dor cervical durante ou após o voo; - Quantidade de exposição ao G máx esta associada ao aparecimento da dor
Lange <i>et al.</i> (2011)	Dinamarca	Grupos: - < 900 horas - 900 a 1400 horas - >1400 horas	- Questionário elaborado pelos autores  - Escala Visual Analógica de Dor	Caça	Horas de vôo/semana: NR Altitude/semana: NR μ Força Gmáx: 6.7 G μ Freq. Exposição Gmáx: 9.7 seg Duração Evento Gmáx = 13.9 Percep Esforço voo: NR Equip. extras: JHMCS e NVG Outros: NR	NR	Cervical	- Dor mais frequente a direita - Dor relacionada ao equipamento da cabeça e a força G  - Diferentes táticas utilizadas pelos pilotos durante o voo para evitar dor
Truszczynka <i>et al.</i> (2012)	Polônia	NR	Questionário elaborado pelos autores	Helicóptero	Horas de vôo/semana: NR Altitude/semana: NR μ Força Gmáx: NR μ Freq. Exposição Gmáx: NR Duração Evento Gmáx = NR Percep Esforço voo: NR Equip. extras: Carga extra no capacete Outros: NR	Tipo: - Exercício profilático*; - Funcional, - Alongamento; - Força, Frequência: NR Intensidade: NR Duração: NR	- Lombar - Cervical - Torácica	- Dor relacionada a postura desconfortável durante voos prolongados  - Dor reduziu atenção e concentração dos pilotos, diminuindo a performance
Grossman. <i>et al.</i> (2012)	Israel	Média de 1690 horas	Questionário elaborado pelos autores	Caça Helicóptero Transporte	NR	NR	- Cervical - Torácica - Lombar - Múltiplas regiões	- Menor incidência de dor em pilotos de transporte - Dor lombar mais comum em pilotos de helicóptero - Dor cervical mais comum em pilotos de caça

## Continuação do Quadro 1

Autor (ano)	País	Experiência em voo	Instrumentos utilizados	Tipo de aviação	Demanda operacional	Exercício	Lesão/dor	Resultados
Wagstaff <i>et al.</i> (2012)	Noruega	NR	- Questionário elaborado pelos autores  - Escala Visual Analógica de Dor	Caça	Horas de voo/semana: NR Altitude/semana: NR $\mu$ Força Gmáx: NR $\mu$ Freq. Exposição Gmáx: NR Duração Evento Gmáx = NR Percep Esforço voo: NR Equip. extras: NVG Outros: NR	Tipo: - Treino de Força - Aeróbico - Misto Frequência: NR Intensidade: NR Duração: 3,4h/semana	- Cervical - Lombar	- Dor cervical é mais comum que lombar - Mais dor quanto maior força G - Média de 6,7G para início da dor - Rotação do pescoço é causa de dor - Mais horas de treino físico protegem da dor
Thoolen <i>et al.</i> (2015)	Holanda e Bélgica	Média de 1085 horas	<i>Dutch Musculoskeletal Questionnaire</i>	Caça	Horas de voo/semana: NR Altitude/semana: NR $\mu$ Força Gmáx: NR $\mu$ Freq. Exposição Gmáx: NR Duração Evento Gmáx = NR Percep Esforço voo: NR Equip. extras: NVG Outros: NR	Tipo: - Força* - Alongamento* Frequência: NR Intensidade: NR Duração: NR	- Cervical - Lombar	- Postura no assento, duração do voo estão relacionados a dor lombar - Peso na cabeça (por JHMCS e NVG) para baixo, elevada força G e postura no assento são causas de dor cervical  - Diferentes estratégias para evitar ou diminuir a dor, sendo a maior parte durante o voo  - Maioria dos pilotos acredita que exercício físico pode ajudar a prevenir a dor  - Minoria pratica exercício

Fonte: Do autor

## 1.1 Definição da situação problema

Na literatura investigada foi possível encontrar diversos estudos que associam a dor/LME, a demanda operacional de voo e a realização de exercício, entretanto, grande parte dos estudos falha em reportar a demanda operacional e a dosagem do exercício. Nenhum dos estudos, quantificou a dose de exercício (tipo, intensidade, duração e frequência semanal) de forma integral, da mesma forma, que para



a demanda operacional, não foram utilizados instrumentos para mensurar a percepção de esforço e a fadiga do piloto para uma determinada missão. Além disso, o estudo que comparou diferentes tipos de aviação não reportou nada sobre a demanda operacional e dosagem de exercícios.

Em alguns trabalhos realizados com militares da Dinamarca, Holanda e Bélgica fica evidente que os pilotos utilizam de diferentes estratégias para mitigar ou evitar o aparecimento da dor cervical durante o voo, que seja apoiando a cabeça no canopi, no encosto do assento ou mesmo com a mão esquerda (Lange *et al.*, 2011; Thoolen *et al.*, 2015). Assim como Thoolen *et al.* (2015), Truszczynka *et al.* (2012) encontrou uma porcentagem pequena de pilotos militares que utilizam o exercício físico de força como forma de prevenir os episódios de dor musculoesquelética das colunas cervical e lombar, apesar da maioria considerar e sugerir o treino físico como forma de ajuda na prevenção dos quadros álgicos durante o voo (Thoolen *et al.*, 2015).

Apesar das limitações de um estudo transversal, nosso estudo é inédito para a FAB e busca relacionar a demanda operacional, tipo de aeronave, LME e exercícios de pilotos, o que possibilitará uma ampliação do conhecimento deste cenário. Ademais nossa investigação poderá subsidiar futuras propostas de intervenção para mitigar possíveis LME entre pilotos.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Tipo de pesquisa**

O presente estudo é do tipo observacional e transversal.

### **2.2 População**

A população será composta por pilotos da FAB que estão atualmente servindo nos Esquadrões Aéreos e engajados em apenas um tipo de aviação, Caça, Helicóptero, Transporte ou Patrulha (desde que não seja remotamente pilotada / não tripulada). Os pilotos dos esquadrões aéreos estão divididos entre os cinco estados da Federação, em 36 esquadrões e atualmente esse quantitativo é de aproximadamente 942 pilotos militares, nos postos de Tenente Coronel, Major, Capitão, Primeiro Tenente ou Segundo Tenente (Quadro 2).

### **2.3 Amostra**

Para o cálculo da amostra será utilizado a amostragem aleatória, estratificada por região (Estados) e patente. Serão utilizadas a proporção binomial para populações finitas, erro amostral de 5% e nível de confiança de 95%. Baseado nas informações preliminares, a amostra total será de 635 militares, distribuídos conforme o Quadro 3.

**Quadro 2:** Distribuição do quantitativo de militares, por região, esquadrão e patente.

Cidade	Região	UF	Esquadrão	Tipo de Aviação	Tenente Coronel	Major	Capitão	Primeiro tenente	Segundo tenente
Santa Cruz			1º GAVCA	Caça	1	1	12	7	—
Santa Cruz			3º/8º GAV	Helicoptero	1	1	3	12	3
Santa Cruz			1º/7º GAV	Patrulha	1	6	5	4	—
Galeão	Sudeste	RJ	1º/1º GT	Transporte	1	3	24	5	—
Galeão			1º/2º GT	Transporte	1	1	12	9	—
Galeão			2º/2º GT	Transporte	—	1	—	—	—
Galeão			3º ETA	Transporte	1	1	2	34	8
Santos Dumont			GEIV	Transporte	1	4	26	2	0
Pirassununga		SP	EDA	Caça	1	3	9	1	—
Canoas			1º/14º GAV	Caça	1	1	13	8	—
Canoas			2º/7º GAV	Patrulha	1	1	1	14	11
Canoas			5º ETA	Transporte	1	1	2	21	11
Santa Maria	Sul	RS	1º/10º GAV	Caça	1	1	6	2	—
Santa Maria			1º/12º GAV	Patrulha	1	2	8	5	—
Santa Maria			3º/10º GAV	Caça	1	1	5	3	—
Santa Maria			5º/8º GAV	Helicoptero	1	2	4	16	3
Natal	Nordeste	RN	1º/5º GAV	Transporte	1	1	9	30	—
Natal			2º/5º GAV	Caça	1	3	7	19	—
Natal			1º/8º GAV	Helicoptero	1	1	5	12	3
Natal			1º/11º GAV	Helicoptero	1	1	9	7	—
Natal			2º ETA	Transporte	1	1	2	19	11
Manaus	Norte	AM	1º/9º GAV	Transporte	1	1	8	21	—
Manaus			7º/8º GAV	Helicoptero	2	1	3	17	7
Manaus		7º ETA	Transporte	1	2	3	22	18	
Boa Vista		RR	1º/3º GAV	Caça	1	2	3	11	15
Porto Velho	RO	2º/3º GAV	Caça	1	3	1	15	14	
Porto Velho		2º/8º GAV	Helicoptero	1	1	2	9	—	
Belém	PA	3º/7º GAV	Patrulha	1	1	0	17	11	
Belém		1º ETA	Transporte	1	1	2	18	18	
Campo Grande	Centro Oeste	MS	1º/15º GAV	Transporte	1	2	5	13	—
Campo Grande			2º/10º GAV	Transporte	1	3	6	17	4
Campo Grande		3º/3º GAV	Caça	1	2	3	13	15	
Anápolis		GO	1º GDA	Caça	—	6	7	0	—
Anápolis	DF	2º/6º GAV	Patrulha	1	1	12	6	—	
Anápolis		1º GTT	Transporte	1	5	18	5	—	
Brasília			6º ETA	Transporte	1	3	13	20	—

Fonte: Do autor

**Quadro 3:** Distribuição amostral por região e patente

	Tenente Coronel	Major	Capitão	Primeiro tenente	Segundo tenente	Subtotal
Sudeste	5	12	57	49	7	130
Sul	6	9	34	50	18	116
Nordeste	4	5	23	64	10	106
Norte	5	7	13	79	51	156
Centro oeste	4	15	44	51	13	126
					<b>Total</b>	<b>635</b>

Fonte: Do autor

## 2.4 Critérios de inclusão

Serão incluídos somente os aviadores que estão servindo nos Esquadrões Aéreos, pois esses estão envolvidos diuturnamente em missões operacionais, exceto aqueles que estão trabalhando nos esquadrões que empregam mais de um tipo de aviação, assim como aqueles que pilotam aeronaves não tripuladas.

## 2.5 Critérios de exclusão

Serão excluídos os pilotos que, no momento da aplicação do questionário, estiverem afastados da atividade aérea, que estiverem de licença médica, ou que estiverem gozando período de férias. Serão também excluídos aqueles que não aceitarem participar da pesquisa, que não assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido, aqueles cujos questionários estiverem preenchidos de forma incompleta.

## 2.6 Procedimentos metodológicos

Inicialmente será realizado contato com os comandantes dos esquadrões aéreos e será conduzido um *briefing* para explicitar os objetivos da pesquisa. Após a liberação do comandante e de posse da lista com todos os pilotos, procederemos com o sorteio do quantitativo de militares que serão elencados a participar do estudo. A partir sorteio, será realizado o contato com militar e será explanado o objetivo da pesquisa. Caso o militar aceite participar do estudo, será apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para leitura e assinatura.

Após a assinatura do TCLE, o militar será conduzido para uma sala privada, onde receberá via e-mail um formulário eletrônico com 62 perguntas, divididos em duas partes. A primeira parte do instrumento, elaborada pelos autores, terá 45 perguntas relacionadas a informações sociodemográficas, dados sobre a prática habitual de exercícios físico dentro e fora de sua organização militar e perguntas sobre a demanda operacional do piloto em solo e voo.

A segunda parte do questionário será composta pelo *University of Canberra Fast Jet Aircrew Musculoskeletal Questionnaire (UC-FJAMQ)* que tem por objetivo investigar e monitorar as queixas músculo esqueléticas autorrelatadas entre pilotos (Wallace *et al.*, 2021). O questionário contém 17 questões, divididos em três dimensões: Impacto operacional - refletindo o desempenho relacionado ao impacto das condições adversas do voo; Sintomas - queixas musculoesqueléticas com sintomas mais longos duração, maior gravidade dos sintomas, maior impacto externo de voar e uso de medicamentos para reduzir tais sintomas e impacto; Apoio Médico – queixas musculoesqueléticas onde a atenção médica foi procurada e a perda de tempo incorrida, mas contrastada com menor gravidade dos sintomas e impacto na concentração.

A apresentação e aplicação do instrumento será realizada por somente um investigador, que fornecerá auxílio para compreensão das perguntas que gerarem alguma dúvida por parte do entrevistado. Não haverá interferência ou auxílio no preenchimento dos campos “resposta”, podendo o voluntário, a qualquer momento, desistir de participar da pesquisa ou a se negar a responder qualquer questão. Os formulários não fazem registro de IP ou nome do respondente, desta forma, garantindo e resguardando o anonimato das respostas.

## 2.7 Estatística

Para descrever as características demográficas, prática de atividade física fora e dentro da organização militar e o monitoramento será a utilizada a estatística descritiva (frequência absoluta e relativa, média, mediana, moda, desvio padrão, coeficiente de variação, etc.) de acordo com o tipo (dados quantitativos ou qualitativos) e distribuição (simétrica ou assimétrica) dos dados/variáveis. Para verificar a associação entre a lesão musculoesquelética, demanda operacional e exercício físico será utilizado o teste Qui-Quadrado. Para verificar relação a presença e não presença de lesão musculoesquelética, dose de exercício físico e demanda operacional será utilizada a Regressão Logística. Para todas as análises e confecção de gráficos serão utilizados os softwares JASP 0.16.4.0 e GraphPad Prism 9, respectivamente, ambos versão para Windows. Para todas as análises será adotado nível de significância  $p < 0,05$ .

## 2.8 Aplicabilidade

Muitos são os estudos que envolvem diferentes tipos de pilotos, aeronaves, dor e demandas psicológicas, mas no contexto da FAB esse assunto ainda carece de literatura específica, especificamente relacionando a dor percebida pelo piloto com sua atividade fim, com a interferência na execução e as suas devidas associações com a demanda operacional (número e horas de voo, número de decolagens e aterrissagem, equipamentos assessórios do piloto, etc.). Nossa hipótese é que existe associação negativa entre lesão musculoesquelética e quantidade de exercício físico, ao mesmo tempo que existe associação positiva entre lesão músculo esquelética e demanda operacional.

Nesse estudo aqui proposto, serão contemplados os diferentes tipos de aeronaves, pilotos com diferentes experiências profissionais (posto e horas de voo) e também a atividade física habitual realizada por esses pilotos, visando entender a relação entre esses fatores e a presença de dor musculoesquelética.

## REFERÊNCIAS

- BAER, H. A. **Airplanes, the environment, and the human condition**. Abingdon, OX: Routledge, 2020.
- BRANDT, Y. *et al.* A randomized controlled trial of core strengthening exercises in helicopter crewmembers with low back pain. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 86, n. 10, p. 889-94, 2015.
- HARRISON, M. F. *et al.* Night vision goggle-induced neck pain in military helicopter aircrew: a literature review. **Aerospace Medicine Human Performance**, v. 86, n. 1, p. 46-55, 2015.
- HEILBRONN, B. *et al.* Acute fatigue responses to occupational training in military personnel: A systematic review and meta-analysis. **Military Medicine**, v. 188, n. 5-6, p. 969-77. 2023.

- HENG, W. *et al.* Physical exercise improved muscle strength and pain on neck and shoulder in military pilots. **Frontier Physiologic**, v. 13, p. 973304, 2022.
- HONKANEN, T. *et al.* Assessment of muscular fitness as a predictor of flight duty limitation. **Military Medicine**. v. 183, n. 11-2, p. e693-8, 2018.
- KANG, S. *et al.* Measuring the cumulative effect of G force on aviator neck pain. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 82, n. 11, p. 1042-8, 2011.
- KELLEY, A. M.; FELTMAN, K. A.; CURRY, I. P. A survey of fatigue in army aviators. **Aerospace Medicine Human Performance**, v. 89, n. 5, p. 464-8, 2018.
- KEMPPAINEN, P. *et al.* Different effects of physical exercise on cold pain sensitivity in fighter pilots with and without the history of acute in-flight neck pain attacks. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 30, n. 4, p. 577-82, 1998.
- LANGE, B. *et al.* Neck pain among fighter pilots after the introduction of the JHMCS helmet and NVG in their environment. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**. v. 82, n. 5, p. 559-63, 2011.
- LOCK, A. M.; BONETTI, D. L.; CAMPBELL, A. D. K. The psychological and physiological health effects of fatigue. **Occupation Medicine**, v. 68, n. 8, p. 502-11, 2018.
- O'CONNOR, D. K. *et al.* Crew-friendly countermeasures against musculoskeletal injuries in aviation and spaceflight. **Frontier Physiologic**, v. 11, p. 837, 2020.
- POSCH, M. *et al.* Prevalence and potential risk factors of flight-related neck, shoulder and low back pain among helicopter pilots and crewmembers: a questionnaire-based study. **BMC Musculoskeletal Disorder**, v. 20, n. 1, p. 44, 2019.
- RHON, D. I. *et al.* Much work remains to reach consensus on musculoskeletal injury risk in military service members: A systematic review with meta-analysis. **European Journal Sport Science**, v. 22, n. 1, p. 16-34, 2022.
- SALMON, D. M.; HARRISON, M. F.; NEARY, J. P. Neck pain in military helicopter aircrew and the role of exercise therapy. **Aviation Space Environmental Medicine**, v. 82, n. 10, p. 978-87, 2011.
- SJØGAARD, G. *et al.* Exercise is more than medicine: The working age population's well-being and productivity. **Journal of Sport and Health Science**, v. 5, n. 2, p. 159-65, 2016.
- THOOLEN, S. J. J. *et al.* Modern air combat developments and their influence on neck and back pain in F-16 pilots. **Aerospace Medicine and Human Performance**. v. 86, n. 11, p. 936-41, 2015.



- TRUSZCZYŃSKA, A. *et al.* Back pain in polish military helicopter pilots. **International Journal Occupation Medicine Environmental Health**, v. 25, n. 3, p. 258-64, 2012.
- VAN DEN OORD, M. H. *et al.* Neck pain in military helicopter pilots: prevalence and associated factors. **Military Medicine**, v. 175, n. 1, p. 55-60, 2010.
- WAGSTAFF, A. S.; JAHR, K. I.; RODSKIER, S. +Gz-induced spinal symptoms in fighter pilots: Operational and individual associated factors. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 83, n. 11, p. 1092-6, 2012.
- WALLACE, J. B. *et al.* Factors associated with neck pain in fighter aircrew: a systematic review and meta-analysis. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 78, n. 12, p. 900-12, 2021.
- WINGELAAR-JAGT, Y. Q. *et al.* Fatigue in aviation: safety risks, preventive strategies and pharmacological interventions. **Frontier Physiologic**, v. 12, p. 712628, 2021.
- YANG, Y. *et al.* Prevalence and potential risk factors for occupational low back pain among male military pilots: A study based on questionnaire and physical function assessment. **Front Public Health**, v. 9, p. 744601, 2021.

# Componentes do condicionamento físico associados ao desempenho na marcha com carregamento de carga

Marcos Vinício Alcântara Filho (CEFAN – MB)

Priscila dos Santos Bunn (CEFAN – MB)

## RESUMO

O objetivo deste estudo será investigar os componentes do condicionamento físico associados ao desempenho no carregamento de carga durante a marcha. Foi realizada uma busca em cinco bases de dados em agosto de 2022, utilizando-se a seguinte estratégia PECOS: participantes= militares; exposição= componente do condicionamento físico classificado como bom; comparação= componente do condicionamento físico classificado como baixo; outcome= desempenho na marcha com carga; e desenho do estudo= observacionais. As informações extraídas dos estudos como: autor e ano, características da amostra, distância da marcha, tempo de execução e velocidade, carga total carregada, forma de avaliação do desempenho, componente do condicionamento físico avaliado e resultados dos estudos, além disso os resultados obtidos também tornam-se de grande importância para determinar o procedimentos a serem adotados durante a realização da coleta.

**Palavras-chave:** Militares; Carregamento de carga; Condicionamento físico.

## 1. INTRODUÇÃO

As Forças Armadas brasileiras destinam-se constitucionalmente à defesa da pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem (Knapik *et al.*, 2012). Dessa forma, o preparo contínuo das tropas operativas e de apoio tornam-se fundamentais.

Nesse contexto, os militares de infantaria se destacam, pois, são preparados e periodicamente aperfeiçoados, a fim de se qualificarem profissionalmente (Nindl *et al.*, 2018). Essa parcela de militares frequentemente realiza operações terrestres e anfíbias, caracterizada por incursões em ambientes por muitas vezes hostis. O sucesso nessas operações e a sobrevivência podem depender da realização de marchas, muitas vezes em velocidade, com transporte de carga (equipamentos) (Wills *et al.*, 2019).

Em operações militares, o transporte de cargas é uma tarefa muito importante e frequentemente necessária (Orr *et al.*, 2015). Destaca-se que, em suas rotinas operativas, os militares têm transportado cargas cada vez mais pesadas (Orr *et al.*, 2015). Este aumento está relacionado à inserção de

novas tecnologias, que por sua vez, aumentaram a letalidade e a capacidade de sobrevivência do militar (Wills *et al.*, 2019).

Para suprir a demanda exigida pelo carregamento de carga, faz-se necessário que os militares possuam elevados níveis de condicionamento (Knapik *et al.*, 2012). Anualmente os militares de Infantaria são submetidos ao Teste de Aptidão Física Anual (Taf-a). Esses testes obrigatórios de aptidão física fornecem relevantes informações sobre a eficácia dos regimes de treinamento, identificando a prontidão física individual e o nível de preparação da Tropa (Marins, Giannichi, 2003). Portanto, prever a demanda física e energética torna-se importante para o planejamento eficaz das atividades dos militares (Brasil, 2016).

Com o intuito de dotar as Organizações Militares (OM) com militares que tolerem esse aumento crescente da carga, ganhou importância o estudo dos componentes do condicionamento físico, elementos que afetam o desempenho humano operacional durante o carregamento de carga (Knapik *et al.*, 2012).

Os componentes do condicionamento físico, agilidade, equilíbrio, potência, força, resistência e capacidade aeróbia combinados são importantes quando se discute o desempenho humano, porém durante o carregamento de carga, uma ou mais dessas variáveis podem estar associadas ao desempenho da tarefa. Estudos demonstram que métodos combinados de treinamento físico podem melhorar consideravelmente o desempenho do transporte de carga (Wills *et al.*, 2019). Alterações fisiológicas durante os treinamentos também devem ser observadas para melhorar o desempenho operacional e a aptidão física (Nindl *et al.*, 2018).

Ao analisar os estudos que investigaram a associação entre componentes do condicionamento físico ou estratégias de treinamento com o desempenho na marcha com carga, os autores empregaram o tempo de realização da marcha para a mensuração do desfecho. Entretanto, na MB, todo o grupo de militares realiza a marcha com uma mesma velocidade. Desta forma, tornou-se necessário empregar outras formas de avaliação do desfecho “desempenho”.

Durante o exercício, a frequência cardíaca e a classificação das medidas de esforço percebido podem ser coletadas durante o transporte de carga, tornando possível obter respostas de desempenho físico durante a execução de uma marcha com transporte de carga (Wills *et al.*, 2019). O monitoramento da frequência cardíaca, de cada militar, utilizando o método de cálculo da zona cardíaca, é uma ferramenta importante para determinar a demanda metabólica, sendo uma opção para monitorar militares durante o exercício de carregamento de carga. A partir da determinação das zonas de frequência cardíaca de cada militar por meio de uma porcentagem da frequência cardíaca máxima individual, pode-se encontrar alterações fisiológicas associadas ao desempenho dos testes relacionados aos componentes do condicionamento físico.

## 1.1 Justificativa e relevância da pesquisa

Durante as operações, os militares que atuam na infantaria se deslocam por longas distâncias, por vezes, em terrenos irregulares, expostos às variações do ambiente, totalmente equipados com uniformes de proteção, armamento, suprimentos, capacete, colete e equipamentos tecnológicos. Essas exigências impõem carga física adicional, reduz a capacidade funcional e desafia as reservas fisiológicas do militar (Nindl *et al.*, 2018). Dessa forma a marcha com esses materiais geram uma alta demanda física.

O TAF-a do Corpo de Fuzileiros Navais, atualmente contempla natação, corrida, abdominal e barra, porém não contempla componentes associados a tarefas operacionais específicas, como a marcha com carregamento de carga. Valências físicas como Resistência de força e a Capacidade aeróbia são abordados, porém não são exploradas as capacidades potência, força e composição corporal, que anteriormente foram elencadas.

O conhecimento dos componentes do condicionamento físico que são associados ao desempenho em atividades de carregamento de carga nas manobras operativas de infantaria pode permitir que, no futuro, sejam realizadas estratégias de intervenção. Além disso, podem ser desenvolvidas diretrizes para o preparo dos militares. Desta forma, podem ser reduzidos os riscos de interferências negativas, principalmente na eficiência e eficácia do combatente durante a missão.

## 1.2 Objetivo geral

Investigar a associação entre os principais componentes do condicionamento físico com o desempenho na marcha com carregamento de carga.

## 1.3 Objetivos específicos

- Identificar o perfil de condicionamento físico dos militares empregados em marchas com carregamento de carga;
- Verificar a influência da massa corporal total, estatura, % de gordura, Índice de Massa Corporal e somatotipo no desempenho durante a marcha com carregamento de carga;
- Investigar os motivos limitadores para o desempenho da marcha; e
- Verificar a demanda fisiológica aplicada a marcha.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

### 2.1 Participantes da pesquisa

A amostra adotada na presente investigação será constituída por militares da Marinha do Brasil, do Corpo de Fuzileiros Navais, lotados em Batalhões de Infantaria, de ambos os sexos. Serão excluídos os militares que

apresentarem sintomas ou lesões osteomioarticulares que impossibilitem a participação nos testes físicos.

## 2.2 Questões éticas

Todas as análises serão divulgadas somente com autorização das autoridades militares responsáveis e serão tratadas com confidencialidade, garantindo-se o sigilo dos dados pessoais dos alunos.

O estudo terá início após a sua aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa, conforme as orientações da Resolução N° 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (NOVOA, 2014).

Após a aprovação pelo CEP, os militares serão convidados a participar do estudo. Apenas aqueles voluntários e que assinem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) serão incluídos.

## 2.3 Desenho do estudo

Este estudo terá um desenho observacional com duas fases: Fase 1 (transversal com duas visitas) e Fase 2 (longitudinal). A Fase 1 terá a duração de dois dias consecutivos. No primeiro dia serão realizados os seguintes procedimentos: assinatura do TCLE, preenchimento do formulário de anamnese, avaliação da composição corporal, aplicação dos testes físicos e cadastro dos voluntários no sistema da Polar. No segundo dia será aplicado o teste de corrida de 3,2km. A Fase 2 será realizada em um único dia, a qual será composta por uma marcha da infantaria com transporte de carga, sendo os voluntários monitorados do início ao término pelo Sistema polar. Será aplicado um Questionário de Sintomas Osteomusculares para verificar a condição física dos militares antes das avaliações e da marcha serem iniciadas

Na Fase 1, serão avaliados os componentes do condicionamento físico sete dias antes da marcha com transporte de carga. Posteriormente, na Fase 2, os militares realizarão uma marcha de 20km, com materiais previstos pela Instituição para a manobra operativa a ser executada. A primeira etapa do estudo ocorrerá no 1° Batalhão de Infantaria dos Fuzileiros Navais (1°BtlInfFuzNav), da Marinha do Brasil e será desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Ciências do Exercício (LABOCE).

## 2.4 Histórico de sintomas musculoesqueléticos

Imediatamente antes das avaliações e da marcha os militares de Infantaria serão avaliados quanto aos sintomas musculoesqueléticos prévios com o Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (QNSO) (Pinheiro; Tróccoli; Carvalho, 2002). A proposta deverá padronizar a mensuração de relato de sintomas osteomusculares e, assim, facilitar a comparação dos resultados entre os estudos



(Pinheiro; Tróccoli; Carvalho, 2002). Os participantes registrarão as regiões dolorosas, se houver necessidade de atendimento de saúde e de afastamento das atividades, classificada pela Escala Visual Analógica (EVA), cuja escala varia de 0 a 10.

## 2.5 Avaliação antropométrica

As seguintes medidas corporais serão realizadas: massa corporal total, estatura, perímetros abdominal e de cintura e dobras cutâneas peitoral, abdominal e da coxa. Para estas medidas são seguidas as padronizações descritas pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Marins e Giannichi, 2003).

A massa corporal total é medida com o mínimo de roupa possível, utilizando-se uma balança com capacidade máxima entre 150 e 180 kg, aferida e certificada pelo Instituto de Metrologia (INMETRO), com resolução de 100g.

A medida da estatura é aferida com um estadiômetro, da marca Prime Med (Prime Med Ind. e Com. Ltda, São Paulo, SP), com resolução de 0,1 cm.

Os perímetros do abdômen e da cintura são verificados com o uso de uma trena antropométrica metálica flexível (CESCORF), com resolução de 0,1 cm, na linha da cicatriz umbilical e na altura do menor perímetro do tronco, entre a última costela e a crista ilíaca, respectivamente.

A espessura das dobras cutâneas são medidas através de um adipômetro científico (CESCORF). O percentual de gordura é estimado por meio da aplicação de equação de predição para homens, através da medida de três dobras cutâneas (peitoral, abdominal e coxa) (Brasil, 2019).

O Índice de Massa Corporal ( $IMC = \text{massa corporal total (kg)} / \text{estatura}^2 (\text{m}^2)$ ) será analisado segundo a classificação da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2005).

## 2.6 Teste de avaliação cardiorrespiratória

Para avaliação da Aptidão cardiorrespiratória, os militares são submetidos ao teste de 3200m de Weltman. O teste consiste em percorrer a distância de 3200m no menor tempo possível (Weltman *et al.*, 1987).

## 2.7 Teste de suspensão na barra pegada supinada

O exercício consiste em subir verticalmente o corpo, suspenso em uma barra horizontal, até que o queixo ultrapasse a altura da barra, sendo contabilizadas as execuções que partem da extensão total dos cotovelos. Para alcançar a barra o militar pode utilizar qualquer meio, todavia, o impulso não deve ser empregado para executar a primeira flexão na barra. Será contabilizado o número máximo de execuções até que o militar não consiga mais manter o padrão de movimento (Marins, Giannichi, 2003).

## 2.8 Teste de abdominal

O avaliado se posicionará em decúbito dorsal com os joelhos flexionados a 45° e com os braços cruzados sobre o tórax. O avaliador, com as mãos, segurará os tornozelos do avaliado fixando-os ao solo. Ao sinal o avaliado inicia os movimentos de flexão do tronco até tocar com os cotovelos nas coxas, retornando à posição inicial. O resultado será o número de movimentos completos realizados em dois minutos (Marins, Giannichi, 2003).

## 2.9 Teste de agachamento

Partindo da posição inicial em pé, com os pés ligeiramente afastados, o aluno deve agachar completamente, com o corpo ereto e voltado para frente e retornar à posição inicial. A contagem se faz a cada retorno do aluno à posição inicial. Conta-se o número de movimentos executados no período de dois minutos (Brasil, 2019).

## 2.10 Preensão manual isométrica

O avaliado completará o teste usando um dinamômetro analógico de preensão manual. O participante manterá o dinamômetro na mão com o braço a 90° e será instruído a apertar o máximo por três segundos. Serão realizadas três tentativas para cada mão. O valor mais alto será registrado (Marins, Giannichi, 2003).

## 2.11 Avaliação da potência

Para a avaliação da potência de membros inferiores, os militares realizarão o Countermovement Jump Test. O salto bilateral será realizado a partir da posição ereta, mantendo os joelhos em extensão de 180°, com as mãos fixas no quadril, na região da crista ilíaca para os registros sem o auxílio de membros superiores e serão feitos cinco saltos com intervalos de quinze segundos entre eles. Para obtenção dos resultados será utilizada a plataforma de salto vertical “contra movimento” com um tapete de contato e software da marca Jump Test (Cefise, São Paulo, Brasil) (Braz *et al.*, 2010).

Na Fase 2, os participantes serão monitorados durante um evento de marcha com transporte de carga, percorrendo a distância de, aproximadamente, 20km. Os participantes transportarão o material previsto para marcha operacional, usando coturno, capacete, armamento portátil apoiado por uma bandoleira, carregadores municiados, água e ração. Serão estimulados a percorrer a distância total do percurso em grupo, com velocidade média de 4km/h.

Todos os participantes usarão a mesma mochila, equipamentos e armamentos e a distribuição de carga será semelhante entre os participantes. As alças serão

ajustadas pelos indivíduos para que sintam-se carregando a carga em uma posição com o máximo de conforto. A carga transportada será de tendo a carga mínima de 29kg de acordo com a realidade operacional desses militares de Infantaria, a velocidade de caminhada determinada para o deslocamento em grupo será de média de 4km/h.. Esta missão operativa foi selecionada para investigação no presente estudo, pois trata-se de uma tarefa típica de transporte de carga que o infante deve concluir e consta no calendário anual de adestramento do Corpo de Fuzileiros Navais. O evento de transporte de carga iniciará às 06:00, aproximadamente 1 h após os participantes terem consumido o café da manhã.

## 2.12 Seguimento da amostra durante a marcha

### Avaliação do Desempenho

Os participantes usarão monitores de frequência cardíaca (*Polar Team System*) durante o todo o transporte de carga. Frequência cardíaca máxima (FC<sub>máximo</sub>; frequência cardíaca máxima (220 - idade) e frequência cardíaca de repouso (FC<sub>descanso</sub>; valor mais baixo durante uma média móvel de 30 segundos durante uma noite de sono) serão registrados usando monitores de frequência cardíaca. A frequência cardíaca será registrada por meio do sistema Polar Team Pro, durante o transporte de carga e expressa como um valor absoluto, sendo classificada em cinco zonas de frequência.

### Sintomas musculoesqueléticos

Durante a marcha os militares de Infantaria serão monitorados por profissionais de saúde quanto aos sintomas musculoesqueléticos associados às atividades práticas. Além disso, será aplicado o Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (Pinheiro, Tróccoli, Carvalho, 2002) antes e imediatamente após a marcha.

Neste estudo, serão consideradas “lesões” qualquer dano físico ao sistema musculoesquelético que atenda os seguintes critérios: 1) ter sido detectada por profissional de saúde; 2) relacionada às atividades práticas operativas; e 3) que tenha promovido o afastamento das atividades operativas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016.

BRASIL. Marinha Do Brasil. **NORFORESQ N° 40-27, de 4 de janeiro de 2019**. Rio de Janeiro, RJ: Força de Fuzileiros da Esquadra, 2019.

KNAPIK, J. J. *et al.* A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 11, p. 585-97, 2012.

MARINS, J. C. B.; GIANNICHI, R. S. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. Rio de Janeiro, RJ: Shape, 2003.

NINDL, B. C. *et al.* Perspectives on resilience for military readiness and preparedness: Report of an international military physiology roundtable. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1116-24, 2018.

ORR, R. M. *et al.* Reported load carriage injuries of the Australian Army Soldier. **Journal of Occupational Rehabilitation**, v. 25, n. 2, p. 316-22, 2015.

PINHEIRO, F. A.; TRÓCCOLI, B. T.; CARVALHO, C. V. Validação do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares como medida de morbidade. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 307-12, 2002.

WILLS, J. A. *et al.* Load-carriage conditioning elicits task-specific physical and psychophysical improvements in males. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 9, p. 2338-43 2019.

# Prevalência de hipovitaminose D em militares e dependentes da Força Aérea Brasileira: um estudo retrospectivo

Pamella Luiza dos Santos Benedetto (HCA – FAB)

Fabírcia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)

Leonice Aparecida Doimo (UNIFA – FAB)

## RESUMO

Este estudo objetiva avaliar retrospectivamente a prevalência de hipovitaminose D em militares e dependentes da Força Aérea Brasileira, de ambos os sexos, no período de 2018 a 2022.

**Palavras-chave:** Vitamina D; Colecalciferol; Militares; Forças Armadas; Civis.

## 1. INTRODUÇÃO

A vitamina D (coleciferol) tem importante papel para o desenvolvimento da saúde física e mental do indivíduo, motivo pelo qual vem recebendo crescente atenção da comunidade científica e médica. Isso pode ser verificado pelo aumento de artigos científicos sobre essa questão, pelo aumento de dosagens solicitadas por médicos, pelas recomendações dietéticas e pelo aumento de vendas da mesma, na forma de suplemento (Mithal *et al.*, 2009).

A deficiência de Vitamina D está relacionada à diversas enfermidades entre elas câncer, doenças cardiovasculares, esclerose múltipla, artrite reumatóide, diabetes, doenças crônicas e doenças autoimunes, além de relatos de comprometimento cognitivo (Zmijewski, 2019).

A hipovitaminose D é altamente prevalente e tem se constituído num problema de saúde pública mundial. O problema pode acometer mais de 90% dos indivíduos, dependendo da população estudada<sup>1</sup>. Uma revisão sistemática recente incluiu 96 estudos e concluiu que a prevalência média de deficiência de vitamina D (<20ng/ml) nos países da América do Sul é de 34,76% e no Brasil de 27,5% (Mendes *et al.*, 2023). Esses valores variam na população dependendo da idade, incidência solar, cor da pele, hábitos alimentares e tipos de vestimentas (Lersch *et al.*, 2023).

Nas últimas décadas estudos vem demonstrando os benefícios da suficiência e suplementação da vitamina D na potência muscular, na força e na velocidade dos indivíduos (Kuchuk *et al.*, 2009; Nikolaos *et al.*, 2014), e também no desempenho neuromuscular e na capacidade aeróbica (Nikolaos *et al.*, 2014). A vitamina D demonstrou aumentar a força e geração de energia na musculatura esquelética, através da sensibilização dos sítios de ligação do



cálcio no retículo sarcoplasmático, intensificando a ação das pontes cruzadas (Dahlquist, Dieter, Koehle, 2015).

Sua suficiência pode reduzir significativamente os danos às células musculares induzidos por exercícios. Indivíduos com maiores dosagens de colecalciferol tem menores concentrações séricas de metabólitos pró-inflamatórios, pré e pós exercício de alta intensidade, evidenciando o efeito protetor e anti-inflamatório desse micronutriente na musculatura (Pilch *et al.*, 2020).

Já foi também demonstrado a melhora no tempo de recuperação muscular (Bello *et al.*, 2021). Esse efeito se dá através de mecanismos e vias biológicas que dependem principalmente da interação com o pool de células satélites dentro do músculo e que são particularmente ativos durante a recuperação de um evento traumático para melhorar a restauração estrutural e funcional do músculo (Iolascon, 2021).

Muito importante é a suplementação de vitamina D com o objetivo de preservação da saúde óssea, pois ela diminui o risco de fraturas (Armstrong *et al.*, 2020), já que regula o metabolismo do cálcio, o principal componente mineral do osso (mais de 99%) (Wardle *et al.*, 2021). Níveis mais elevados de colecalciferol reduzem o risco de fraturas, principalmente nas populações de maior risco, como, militares em treinamento (Gaffney-Stomberg *et al.*, 2019), mulheres atletas (Mcclung, Gaffney-Stomberg, Lee, 2014) e idosos (Ceglia, 2010).

Com isso, países têm investido na investigação da prevalência da hipovitaminose, dos efeitos da deficiência e da suplementação em diferentes públicos, dentre eles os militares. Nestes últimos, a razão decorre do fato de que estes devem estar sempre preparados para pronta resposta e em condições para o combate. Também em tempos de paz, as atribuições que desempenham exigem elevado nível de saúde física e mental. Tais exigências podem ter efeito deletério em sua saúde, principalmente em contexto operacional, onde o militar está sujeito a maior risco de lesões musculoesqueléticas e estresse.

## 1.1 Contextualização

Os valores séricos de vitamina D são determinados por meio da dosagem de calcidiol [25(OH)D] no sangue, apesar deste não ser o seu metabólito biologicamente funcional (Nascimento *et al.*, 2021). O principal desafio diagnóstico, hoje, é não haver uma padronização dos métodos de dosagem, dificultando a comparação dos resultados obtidos em diferentes laboratórios e estudos clínicos. O padrão ouro é a cromatografia, associada à detecção ultravioleta ou à espectrometria de massa em tandem. Porém, o equipamento necessário para essa avaliação tem um custo muito elevado e é de difícil manutenção. Assim, o meio mais utilizado é a quimioluminescência, um método automatizado, barato, rápido e fácil de executar. Diante disso, na prática laboratorial observa-se uma variação de até 20% entre os diferentes métodos utilizados (Moreira *et al.*, 2021).

O Vitamin D Standardization Program, dos Estados Unidos da América (EUA) e o Vitamin D External Quality Assessment Scheme (DEQUAS), do Reino Unido, visam uma padronização, para reduzir as diferenças entre os diversos métodos (Binkley, Carter, 2017; Carter *et al.*, 2018).

Atualmente, após revisão realizada pelo Comitê da IOM (Institute of Medicine) dos EUA, em 2010, a Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM), em conjunto com a Sociedade Brasileira de Patologia Clínica / Medicina Laboratorial (SBPC/ML), consideram os indivíduos com valores abaixo de 20ng/ml como deficientes e as dosagens entre 20 e 60 ng/ml como adequadas. Ambas as instituições propõem que idosos, gestantes e pacientes com fatores de risco como osteoporose, síndromes osteometabólicas, hiperparatireoidismo, insuficiência renal crônica, sarcopenia, síndromes disabsortivas, Diabetes Mellitus tipo 1, doenças autoimunes e câncer mantenham valores acima de 30 ng/ml<sup>17</sup>.

Binkley e Carter (2017) sugerem que os níveis de 25(OH)D devem ser mantidos entre 30-40 ng/ml, uma vez que não se observam efeitos tóxicos nestes valores. Isso garantiria concentrações superiores a 20-30 ng/ml, visto que a concentração real de 25(OH)D nas amostras é geralmente desconhecida.

A vitamina D pode ser obtida a partir de alimentos, principalmente de peixes gordurosos (salmão, atum e sardinha), ou por meio da síntese cutânea endógena, devido a exposição da pele à radiação ultravioleta, que representa a principal fonte para a maioria dos seres humanos (Maeda, 2014).

A carência dessa vitamina é altamente prevalente em todo o mundo, porém, alguns fatores são associados a menores níveis como idade avançada, sexo feminino, estação do ano (inverno), pele escura, menor exposição ao sol e hábitos alimentares (Mithal *et al.*, 2009).

Especificamente no meio militar, esses profissionais enfrentam duas principais barreiras para obtenção da conversão de vitamina D, através da exposição ao sol, quais sejam, uso de fardamento que cobre a maior parte da superfície cutânea e trabalho realizado em ambiente fechado na maior parte do tempo (Fogleman *et al.*, 2022).

Infelizmente a baixa exposição ao sol é difícil de compensar com a dieta, pois são poucos os alimentos que contém vitamina D. No caso dos militares, foi demonstrado que esses ingerem menos de 33% dos valores de referência diários de colecalciferol, considerada sua principal deficiência nutricional (Lutz *et al.*, 2019). Nos EUA, a prevalência de hipovitaminose D atinge cerca de 50% dos militares (Hiserote *et al.*, 2016; Mccarthy *et al.*, 2019) e, na Europa, em torno de 75% deles (Henriques, Soares, Sacadura-Leite, 2022). No Brasil, não encontramos estudos com amostras representativas das prevalências nos militares brasileiros, sobretudo nas Forças Armadas.

A hipovitaminose D foi apontada como principal fator de risco para lesões osteomusculares durante treinamento operacional, risco este conhecidamente alto (Fogleman *et al.*, 2022). Sabe-se que as doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo lideram os motivos de absenteísmo por doença entre

militares, sendo responsáveis por aproximadamente 37,8% das licenças médicas (Turatti *et al.*, 2017).

A suplementação de vitamina D mostrou reduzir em 20% a incidência de fraturas por estresse (Lappe *et al.*, 2008), sendo esta a prescrição que mais cresce entre militares, mostrando um aumento de 454% entre os anos de 2007 e 2011 (Morioka *et al.*, 2015).

Com o conhecimento dessas informações, há um incentivo para que as Forças Armadas de cada país incluam a dosagem rotineira e a suplementação de vitamina D em seus protocolos de saúde e prontidão para os militares. Nesse sentido, nos EUA foi criada a “Performance Readiness Bar” que, entre outros nutrientes, inclui 2.000UI de vitamina D a ser consumida diariamente, por militares em treinamento (Fogleman *et al.*, 2022).

No Brasil ainda não foram realizados estudos que lancem luz sobre o status da vitamina D entre militares das Forças Armadas. As pesquisas existentes são extremamente escassas e foram realizadas com amostras de conveniência e com militares das forças auxiliares (Oliveira, 2009; Fontanive *et al.*, 2020). O estudo de Oliveira (2009) avaliou a ingestão de vitamina D de 280 policiais militares, através de recordatório alimentar. Foi observado que esta não atingiu a recomendação mínima proposta, principalmente nos indivíduos com maior circunferência abdominal, hipertrigliceridemia e hipertensão arterial. Os resultados sugerem que a síndrome metabólica observada nessa população pode estar relacionada a baixa ingestão de colecalciferol. Já o estudo de Fontanive *et al.* (2020) avaliou as dosagens de calcidiol de 71 policiais militares, nas 4 estações do ano. Foi constatada sazonalidade na 25(OH)D, com maior prevalência de hipovitaminose no outono. Não foram observadas associações entre níveis de vitamina D com o índice de massa corporal e com o percentual de gordura corporal. Os autores mencionaram que fatores genéticos parecem contribuir com os resultados encontrados. Como pode ser observado, não é possível a comparação entre os resultados dos dois estudos devido às diferentes metodologias empregadas, como anteriormente mencionado. Assim, é necessário um estudo que reúna dois aspectos fundamentais - a dosagem dos valores de vitamina D e uma amostra representativa de militares das Forças Armadas. Os resultados serão úteis para mostrar qual a situação de deficiência ou adequabilidade do nutriente nesse público, e servirá como base para futuras pesquisas que visem avaliar a necessidade de suplementação e seus resultados nessa população. Servirá, também, como base para elaboração de protocolos de intervenção, criando mecanismos de prevenção em consonância com padrões adotados nas melhores Forças Armadas mundiais.

## 1.2 Objetivo

Avaliar retrospectivamente o status de vitamina D de militares da Força Aérea Brasileira (FAB) e seus dependentes, de ambos os sexos, que realizaram

a dosagem desse hormônio no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Central da Aeronáutica (HCA), no período de 2018 a 2022.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Tipo de estudo**

Trata-se de um estudo observacional (de coorte retrospectiva), descritivo e exploratório, por meio de dados secundários, oriundos de prontuários de militares e seus dependentes, entre 18 e 60 anos, de ambos os sexos.

### **2.2 Procedimento de coleta de informações**

O acesso ao banco de dados do HCA será feito por pessoa devidamente designada pela chefia, que disponibilizará as informações disponíveis no período considerado. Para resguardar a privacidade, o número de cada prontuário será substituído por uma combinação aleatória de letras e/ou números.

### **2.3 Variáveis de interesse**

Serão considerados todos os registros das dosagens de calcidiol realizadas no Laboratório de Análises Clínicas do HCA, entre os anos de 2018 - início dos registros, a 2022. As dosagens de calcidiol são feitas através da técnica de quimioluminescência.

Também serão consideradas as variáveis coorte (militar e civil), sexo, faixa etária e data da dosagem, que serão utilizadas em associação com as dosagens de vitamina D.

### **2.4 Critério de elegibilidade**

Serão incluídos indivíduos de 18 a 60 anos, de ambos os sexos, sendo diferenciados nas categorias “militar” ou “dependente”. Para os indivíduos que tenham mais de uma dosagem registrada, será considerado somente o primeiro valor, a fim de evitar efeito de algum possível tratamento realizado entre as dosagens. Prontuários sem menção de coorte (militar ou dependente), sem registro de faixa etária ou de sexo também serão excluídos.

### **2.5 Análise dos dados**

Os valores das dosagens serão distribuídos em três categorias: Deficiência (<20 ng/ml); Insuficiência (entre 20-29 ng/ml); Suficiência ( $\geq$ 30ng/ml). Embora diferentes das categorias preconizadas pela SBEM e SBPC/ML, são estes os

valores de referência adotados pelo HCA, em conformidade com a bula do kit de processamento do exame, e também com o Consenso de Especialistas Europeus (Pludowski, *et al.*, 2022).

A variável faixa etária será apresentada em classes de 10 anos (Henriques, Soares, Sacadura-Leite, 2022). Em relação à estação do ano em que as dosagens foram feitas, as mesmas serão agrupadas em primavera, verão, outono e inverno. Será avaliado o efeito da condição da coorte (militares x civis) na prevalência de deficiência de vitamina D (deficiente/insuficiente x suficiente), bem como a estação do ano (verão e outono X inverno e primavera), sexo (masculino x feminino) e idade. Após avaliação da normalidade dos dados, será realizada análise descrita e posteriormente análise inferencial. O teste de qui-quadrado será utilizado para verificar associações entre variáveis categóricas. Já o teste t independente ou mann Whitney será utilizado para comparação das médias de vitamina dentre os grupos. Para análise multivariada, será utilizado o modelo de regressão linear generalizada para avaliar o efeito da condição militar na prevalência de deficiência de vitamina D ajustado para idade, sexo e estação do ano. Será adotado nível de significância de  $p \leq 0,05$  para todos os testes estatísticos. Os dados serão analisados pelo software Stata, versão 14.

## 2.6 Comitê de ética e autorização da instituição

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos Hospital de Força Aérea do Galeão, CAAE: 65642222.9.00005250, número do parecer: 5.801.766, atendendo a legislação brasileira para pesquisa com seres humanos.

A pesquisa foi autorizada com Termo de Anuência Institucional assinado pela Diretora do HCA, com ciência do chefe do Departamento de Ensino e Pesquisa e do chefe do Laboratório de Análises Clínicas.

## 2.7 Dados preliminares

Em consulta inicial ao programa CompLab, que registra os exames feitos no HCA, verificou-se a existência de 68.465 resultados de dosagens de 25(OH) D, coletadas entre 01/01/2018 e 31/12/2022. Trata-se, até o momento, de um dado bruto, sem aplicação de filtros ou exclusão de duplicidades.

## REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, R. A. *et al.* Low serum 25-hydroxyvitamin D status in the pathogenesis of stress fractures in military personnel: An evidenced link to support injury risk management. **PLoS ONE**, v. 15, n. 3, p. e0229638, 2020.



- BELLO, H. J. *et al.* Effects of vitamin D in post-exercise muscle recovery: A systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 11, p. 4013, 2021.
- BINKLEY, N., CARTER, G. D. Toward clarity in clinical vitamin D status assessment: 25(OH)D assay standardization. **Endocrinology & Metabolism Clinics of North America**, v. 46, n. 4, p. 885-99, 2017.
- CARTER, G. D. *et al.* Hydroxyvitamin D assays: an historical perspective from DEQAS. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v. 177, p. 30-5, 2018.
- CEGLIA, L. Vitamin D and its role in skeletal muscle. **Current Opinion on Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 12, n. 6, p. 628-33, 2010.
- DAHLQUIST, D. T., DIETER, B. P., KOEHLE, M. S. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 33, 2015.
- FOGLEMANN, S. A. *et al.* Vitamin D Deficiency in the Military: It's Time to Act. **Military Medicine**, v. 187, n. 5/6, p. 144-8, 2022.
- FONTANIVE, T. O. *et al.* Seasonal variation of vitamin D among healthy adult men in a subtropical region. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 66, n. 10, p. 1431-6, 2020.
- GAFFNEY-STOMBERG, E. *et al.* Calcium and vitamin D supplementation and bone health in Marine recruits: Effect of season. **Bone**, v. 123, p. 224-33, 2019.
- HENRIQUES, M., SOARES, P., SACADURA-LEITE, E. Vitamin D levels in portuguese military personnel. **BMJ Military Health**, v. 169, n. 6, p. 542-7, 2022.
- HISEROTE, A. M. *et al.* Correlations between vitamin D concentrations and lipid panels in active duty and veteran military personnel. **International Journal of Sports and Exercise Medicine**, v. 2, n. 1, 2016.
- IOLASCON, G. Muscle regeneration and function in sports: A focus on vitamin D. **Medicina**, v. 57, n. 10, p. 1015, 2021.
- KUCHUK, N. O. *et al.* Relationships of serum 25-hydroxyvitamin D to bone mineral density and serum parathyroid hormone and markers of bone turnover in older persons. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 94, n. 4, p. 1244-50, 2009.
- LAPPE, J. *et al.* Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 23, n. 5, p. 741-9, 2008.
- LERSCH, M. *et al.* Prevalência de hipovitaminose D no sul do Brasil. In: II Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Promoção da Saúde, 2016, Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2016. Disponível em < <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/CBIPS> >. Acesso em: 10 fev. 2023.

- LUTZ, L. J. *et al.* Dietary intake in relation to military dietary reference values during army basic combat training; a multi-center, cross-sectional study. **Military Medicine**, v. 184, n. 3/4, p. e223-30, 2019.
- MAEDA, S. S. Recomendações da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) para o diagnóstico e tratamento da hipovitaminose D. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 58, n. 5, p. 411-33, 2014.
- McCARTHY, M. S. *et al.* A prospective cohort study of vitamin D supplementation in ad soldiers: Preliminary findings. **Military Medicine**, v. 184, n. 3-4, p. 498-505, 2019.
- McCLUNG, J. P.; GAFFNEY-STOMBERG, E.; LEE, J. J. Female athletes: A population at risk of vitamin and mineral deficiencies affecting health and performance. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 28, n. 4, p. 388-92, 2014.
- MENDES, M. M. *et al.* Prevalence of vitamin D deficiency in south america: A systematic review and meta-analysis. **Nutrition Reviews**, v. 81, n. 10, p. 1290-309, 2023.
- MITHAL, A. *et al.* Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D. **Osteoporosis International**, v. 20, n. 11, p. 1807-20, 2009.
- MOREIRA, C. A. *et al.* Reference values of 25-hydroxyvitamin D revisited: a position statement from the Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM) and the Brazilian Society of Clinical Pathology/Laboratory Medicine (SBPC). **Archives Endocrinology and Metabolism**, v. 64, n. 4, p. 462-78, 2021.
- MORIOKA, T. Y. *et al.* Trends in Vitamin A, C, D, E, K Supplement Prescriptions From Military Treatment Facilities: 2007 to 2011. **Military Medicine**, v. 180, n. 7, p. 748-53, 2015.
- NASCIMENTO, D. Z. *et al.* Prevalência de hipovitaminose D após alteração dos valores de referência. **Revista da AMRIGS**, v. 65, n. 2, p. 205-9, 2021.
- NIKOLAOS, E. K. *et al.* Vitamin D and exercise performance in professional soccer players. **PLoS ONE**, v. 9, n. 7, p. e101659, 2014.
- OLIVEIRA, A. F. **Nutrição e síndrome metabólica em Policiais Militares do oeste do Paraná**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2009.
- PILCH, W. *et al.* The effect of vitamin D supplementation on the muscle damage after eccentric exercise in young men: a randomized, control trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.17, n. 1, p. 53, 2020.

PLUDOWSKI, P. *et al.* Clinical practice in the prevention, diagnosis and treatment of vitamin d deficiency: A central and eastern European expert consensus statement. **Nutrients**, v. 14, n. 7, p. 1483, 2022.

TURATTI, B. O. *et al.* Absenteísmo por motivo de doença entre militares do Exército em serviço na região da Amazônia, segundo suas patentes. **Scientia Amazonia**, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2017.

WARDLE, S. L. *et al.* Feeding female soldiers: Consideration of sex-specific nutrition recommendations to optimise the health and performance of military personnel. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 24, n. 10, p. 995-1001, 2021.

ZMIJEWSKI M. A. Vitamin D and human health. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 1, p. 145, 2019.

# O impacto da eletromiografia de superfície no treinamento da manobra anti-G de pilotos brasileiros

Paulo Pires Júnior (IMAE – FAB)

André Brand Bezerra Coutinho (IMAE – FAB)

## RESUMO

As acelerações podem comprometer a capacidade operacional dos pilotos e a segurança de voo, como contramedida, a Anti-G Straining Maneuver (AGSM) tem sido amplamente defendida, dessa forma, vislumbramos avaliar o impacto do feedback em tempo real da eletromiografia (EMG) em instruções de AGSM.

**Palavras-chave:** Acelerações; GLOC; AGSM; Eletromiografia; Feedback.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil como potência regional é obrigado a manter uma força militar que faça jus ao seu status, sendo para isso necessário uma constante modernização de sua indústria de defesa (Brasil, 2020) e, dessa forma vetores aéreos poderosos como o F39 (Gripen) são incorporados à nossas forças de defesa. Este vetor, submete os pilotos a demandas fisiológicas complexas para as quais o nosso organismo não consegue se adaptar integralmente, configurando um importante fator restritivo à atividade aérea (FAA, 2021). Por isso, precisamos de artifícios tecnológicos (trajes, sistemas de respiração e ergonômicos), além de treinamentos e manobras para compensar as nossas limitações.

Na Força Aérea Brasileira (FAB), o Estágio de Adaptação Fisiológico (EAF) visa sensibilizar sobre os impactos fisiológicos além de treinar as ações adequadas em situações de voo, incluindo atividades voltadas para prevenção dos efeitos das acelerações, como a manobra Anti G (AGSM), que consiste em contração isométrica combinada com técnica de respiração (Slungaard *et al.*, 2019), a fim de mitigar o deficit de sangue no cérebro e olhos causados pelas acelerações sustentadas no sentido +Gz (Habazettl *et al.*, 2016) e pode adicionar, se bem executada, aproximadamente 4 G de tolerância (Sah, Nataraja, Rastogi, 2018).

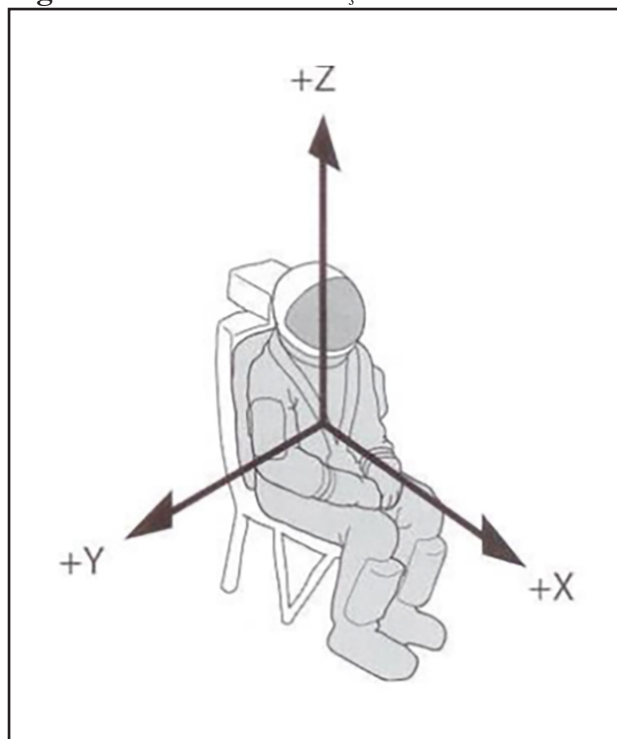
A tolerância à aceleração +Gz é testada em Centrifuga Humana (Kumar, Nataraja, Sharma, 2020), recurso não disponível no Brasil. Sabendo da importância da ação muscular na AGSM e ainda, que essa pode ser mensurada através da EMG (Chen, Wu, Kuo, 2004), consideramos o emprego desse recurso nos EAF, a fim de avaliar a qualidade da execução da AGSM e fornecer feedback em tempo real, contribuindo para melhoria do desempenho dos pilotos da FAB.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Acelerações

Os pilotos podem ser submetidos a acelerações transitórias (grande magnitude e curta duração) ou sustentadas (baixa magnitude e longa duração), identificadas de acordo com os eixos do nosso corpo X, Y e Z, conforme ilustrado na Figura 1. Em resposta à essas acelerações, a força G atua sobre o piloto com a mesma direção e sentido oposto à aceleração submetida à aeronave. Uma vez que a força G pode ser positiva (+) ou negativa (-), de acordo com o sentido, é possível identificar as seguintes variações:  $+G_z$ ,  $-G_z$ ,  $+G_x$ ,  $-G_x$ ,  $+G_y$  e  $-G_y$  (DAVIS et al., 2012).

**Figura 1:** Eixos das acelerações

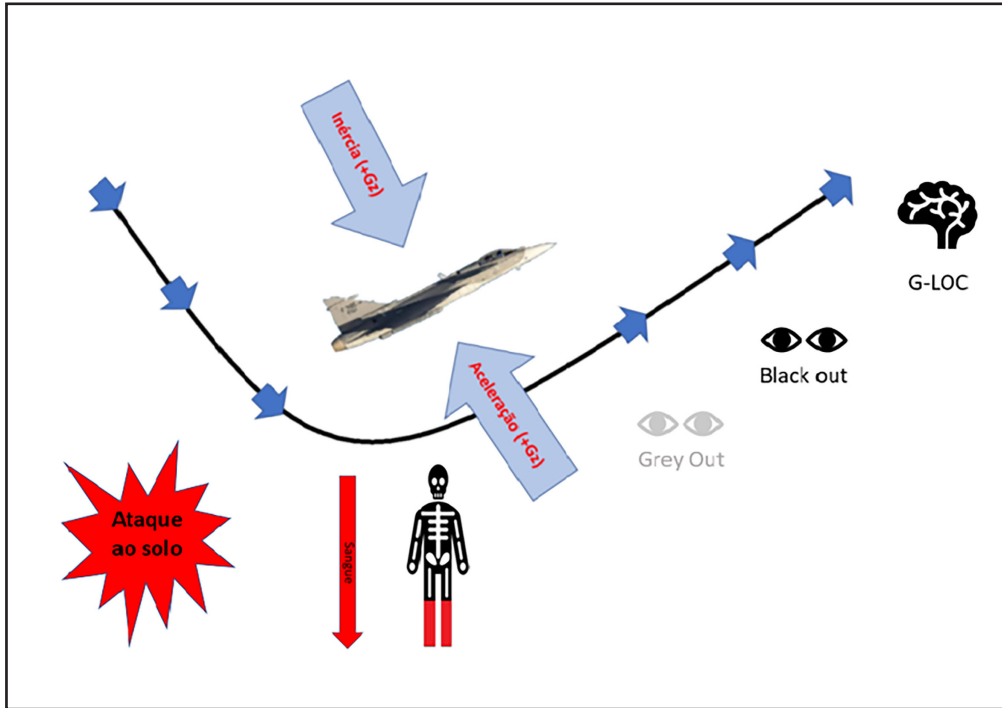


Fonte: Davis *et al.*, 2012.

Em determinadas manobras, como ataque ao solo, curvas em alta velocidade ou em loopings, ocorre aceleração no eixo Z e no sentido de baixo para cima. A partir dessa aceleração, origina-se uma força de reação igual e oposta ( $+G_z$ ) e, sabendo que o sangue é um fluido e conseqüentemente se comporta como tal, por resultado da inércia, tende a escoar para os membros inferiores, diminuindo o retorno venoso, o débito cardíaco e a pressão de perfusão dos tecidos localizados acima do coração, comprometendo o aporte de oxigênio para a retina e cérebro (Temporal *et al.*, 2005), conforme demonstrado na Figura 2.



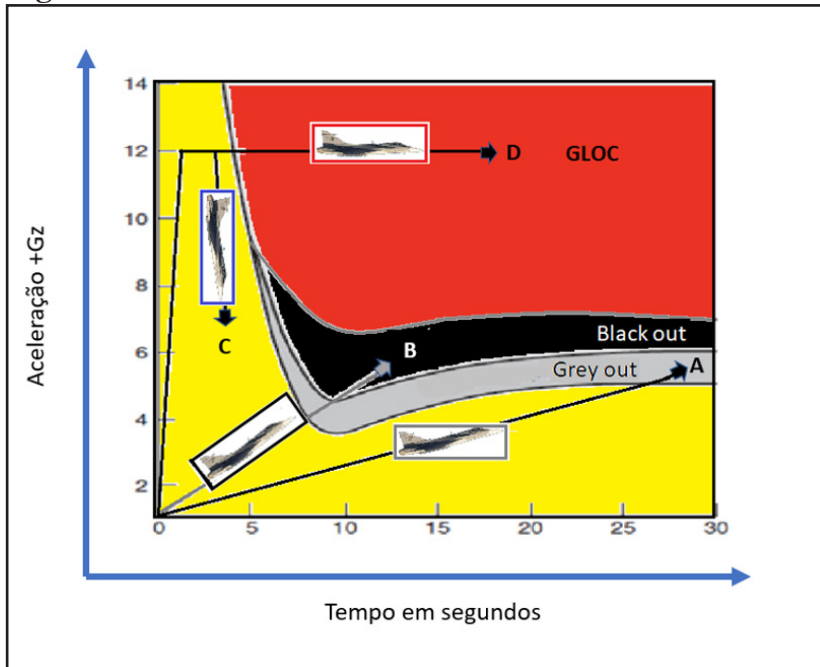
**Figura 2:** Trajetória da aeronave e repercussão fisiológica de um ataque ao solo



Fonte: O próprio autor

Os sintomas da +Gz, vão de perda de parcial de visão (Grey out), perda total da visão (Black out) ou até perda da consciência (G-LOC), condição dramática, pois mesmo após a interrupção da manobra, o piloto pode demorar alguns instantes para recuperar sua capacidade cognitiva plena (David, David, 2006). Em situações com taxa de aceleração maior que 1G por segundo, o piloto pode evoluir diretamente para G-LOC, sem experimentar sintomas visuais (FAA, 2022), como vemos na Figura 3.

**Figura 3:** Sintomas de acordo com as características +Gz.



Fonte: O próprio autor

## 2.2 Fisiologia

O elemento central do sistema circulatório é o coração, que bombeia o sangue oxigenado através das artérias para abastecer os tecidos, enquanto as veias, que são vasos de baixa pressão conduzem o sangue desoxigenado oriundo dos tecidos até os pulmões para realização da troca gasosa (FAA, 2021).

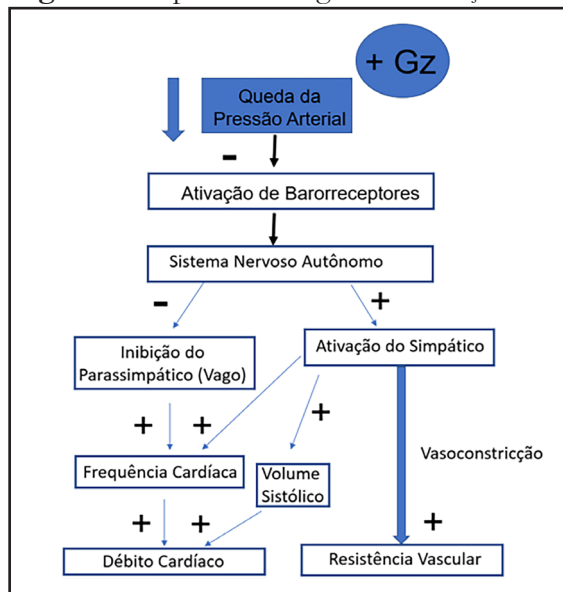
Fazendo interseção entre o sistema circulatório, leis da física e a dinâmica dos fluidos, entendemos que principalmente as acelerações  $+G_z$  e  $-G_z$  provocam modificações significativas nas pressões arterial (PA) e venosa (Davis *et al.*, 2012). Apesar de termos menor tolerância à  $-G_z$  (David, David, 2006), situação na qual o sangue permanece acima do coração, nos ateremos à  $+G_z$ , que compromete o retorno venoso e o débito cardíaco, prejudicando o funcionamento do cérebro e olhos por déficit de oxigênio (Davis *et al.*, 2012).

Fatores intrínsecos como capacidade inata, morfologia corporal, condicionamento físico, grau de hidratação, fadiga, temperatura, condição nutricional, glicemia, consumo de álcool, gênero, hipoxia, hiperventilação e infecção podem influenciar a tolerância aos efeitos da aceleração  $+G_z$  (David, David, 2006).

O nosso corpo, buscando restaurar a PA, ativa os barorreceptores presentes nas Carótidas e na Aorta, ativando o sistema autonômico, com estimulação simpática e inibição parassimpático, com elevação da frequência cardíaca, volume sistólico e resistência vascular periférica (Verma *et al.*, 2017), como ilustrado na Figura 4, ocorrem ainda reações endócrinas com liberação de cortisol, epinefrina e norepinefrina, que apesar de mais lentos, são importantes mecanismos compensatórios (Davis *et al.*, 2012).

Infelizmente, a resposta pode ser mais lenta do que o suprimento de oxigênio pode durar, provocando a hipoxia estagnante e em poucos segundos surgem perturbações visuais e alterações de nível de consciência pela alta sensibilidade do cérebro à carência de oxigênio (FAA, 2021).

**Figura 4:** Resposta fisiológica à aceleração  $+G_z$ .



Fonte: Adaptado de Agard, 1995.

## 2.3 Anti-G Straining Maneuver (AGSM)

Estratégias contra os impactos da +Gz tem sido adotadas, no entanto, ainda é fundamental a busca pela melhoria da capacidade individual dos pilotos, seja por meio de condicionamento físico e através de treinamentos em centrifugas humanas (CH), onde o piloto chega a tolerar uma aceleração de +9Gz (Choi *et al.*, 2015), contexto onde a AGSM se mostra extremamente eficiente.

A AGSM possui um componente respiratório, no qual realiza-se uma inspiração preparatória e, posteriormente, se controla o ritmo com trocas a cada 3 segundos, mantendo a glote ocluída ou parcialmente ocluída e o componente muscular, caracterizado pela contração isométrica de músculos dos membros inferiores, glúteos e abdome (TU *et al.*, 2020). Uma vez que a AGSM pode acrescentar até 4 G quando bem executada (Sah, Nataraja, Rastogi, 2018), ela passa a ocupar papel de suma relevância para elevação da tolerância aos efeitos das acelerações (Eiken *et al.*, 2007).

Sobre a técnica propriamente, podemos afirmar que a sua execução é complexa e exaustiva, o que reforça a necessidade de aprimoramento contínuo (Sah, Nataraja, Rastogi, 2018), fato também defendido por Kumar, Nataraja e Sharma (2020), quando verificaram que até 55% de G-LOC dos pilotos indianos, em CH, estavam relacionados a falhas de execução da AGSM.

## 2.4 Eletromiografia

Na eletromiografia de superfície (sEMG) os eletrodos são posicionados na superfície da pele imediatamente acima do musculo estudado, sendo capaz de captar, registrar e representar de forma gráfica a atividade elétrica muscular (Merletti, Farina, 2016) e tem a vantagem de manter a integridade da pele, exigindo menos cuidados de antisepsia e não causa dor. Por isso, tem sido amplamente empregada em estudos clínicos e pesquisas, principalmente, na área do movimento humano (Azevedo, 2015).

Dentro do contexto deste trabalho a EMG tem sido aplicada no monitoramento da AGSM (Eiken *et al.*, 2007; Kobayashi, Kikukawa, Onozawa, 2002; Fernandes *et al.*, 2002), para aprimoramento do treinamento da AGSM (Chen, Wu, Kuo, 2004) e para o desenvolvimento de sistema de alarme contra de G-LOC (Choi *et al.*, 2015, Kim *et al.*, 2017), no entanto, após revisão de literatura, observamos que o biofeedback em tempo real não tem sido explorado. Dessa forma, desejamos avaliar como tal recurso poderia impactar nas instruções de AGSM.

## 2.5 Aquisição do sinal de EMG

Os eletrodos podem ser do tipo monopolar, que dimensionam a diferença de potencial entre o ponto de captação e um ponto de referência, ou bipolar, onde são utilizados dois eletrodos e caracteriza-se pela diferença de potencial em dois pontos de captação, medida em relação a um terceiro ponto ou referência (Ricciotti, 2006). Os sinais captados, podem ser transmitidos de duas formas, por meio de cabos ou rede sem fio.

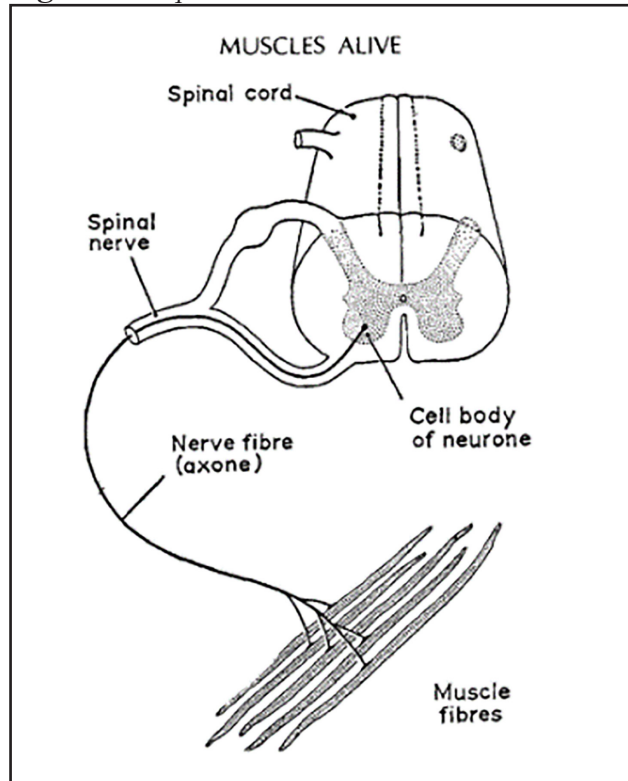
Durante a contração muscular, um potencial de ação percorre a membrana celular, gerando a despolarização das fibras musculares, o que altera o perfil elétrico da membrana celular. O sinal captado é proporcional à soma dos potenciais de ação das unidades motoras ativadas que se encontram entre o par de eletrodos (Ricciotti, 2006). Esse sinal é amplificado por hardware e pode ser analisado em tempo real como um biofeedback, normalmente o sinal na forma bruta. Ou ainda, tratado em softwares, que fornecem diversos métodos de análise por meio de cálculos matemáticos (Almeida, 2010).

A sEMG apesar de ser um método seguro e confiável, pode sofrer a influência de fatores intrínsecos (não modificáveis), inerentes ao corpo estudado, como a temperatura, hidratação, fluxo sanguíneo, diâmetro da fibra muscular, número de fibras musculares envolvidas, velocidade de condução, tipo de fibra muscular, localização da fibra, taxa de disparo da unidade motora, distância do eletrodo para a fibra muscular, quantidade e tipo de tecido que envolve o músculo, número de unidades motoras ativas e fadiga. Ainda ocorrem viés de fatores extrínsecos (modificáveis), relativos à técnica empregada, como por exemplo o tipo de eletrodo, material do eletrodo (Ag, Ag/AgCl), posicionamento do eletrodo em relação à penetração do músculo, distância entre os eletrodos, condicionamento do sinal, ruído do ambiente (rede elétrica), interferência de sinais de outros músculos esqueléticos (cross talk), interferência de músculo cardíaco (ECG) e condição da superfície da pele, por isso torna-se fundamental a padronização do tipo de eletrodo e seu adequado posicionamento considerando as características de cada músculo, distância entre os eletrodos assim como a realização do preparo da pele através de tricotomia e limpeza (Merletti, Farina, 2016).

## 2.6 Interpretação do sinal

Podemos acreditar que durante a contração de um músculo todas as fibras se contraem simultaneamente, mas na verdade acontece uma alternância entre contração e relaxamento das Unidades Motoras (UM), que são conjuntos compostos por grupos de fibras musculares associadas a um terminal nervoso, como ilustrado na Figura 5 (Basmajian, De Luca, 1985).

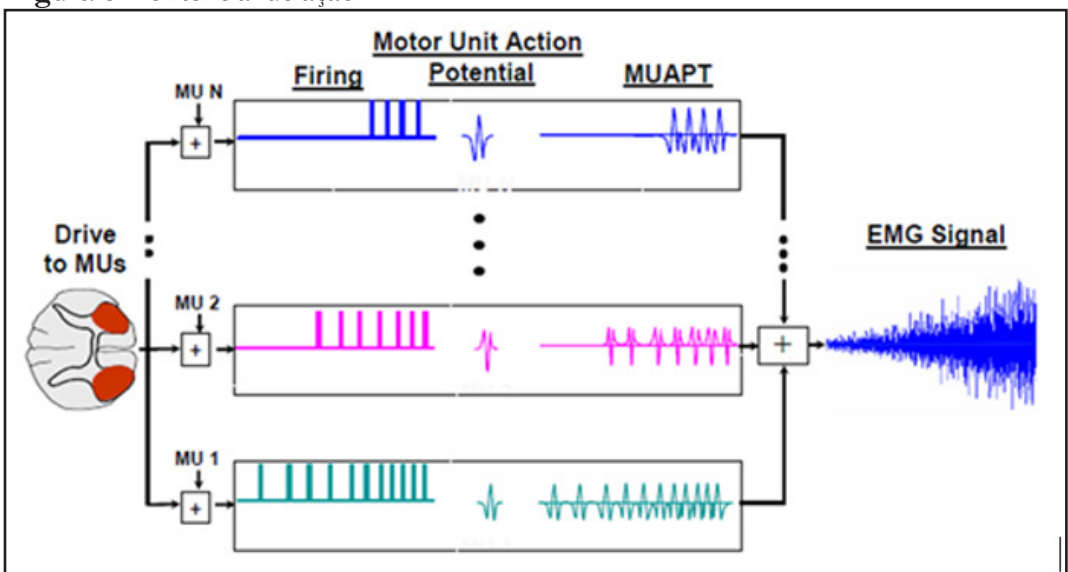
**Figura 5:** Esquema de uma unidade motora



Fonte: Basmajian, De Luca; 1985.

A despolarização da membrana de um músculo se propaga em ambas as direções ao longo da fibra, acompanhada de um movimento de íons que gera um campo eletromagnético cuja tensão poderá ser detectada por eletrodos e pode ser traduzida em potencial de ação, por fim, o gráfico que vemos na EMG é a representação da soma de vários potenciais de ação (Basmajian, De Luca, 1985), conforme pode-se observar na Figura 6, a seguir.

**Figura 6:** Pontencial de ação



Fonte: De Luca; Erin, 1994.



## 2.7 Parâmetros da EMG

O sinal captado pode ser interpretado através de variáveis do Domínio do Tempo (DT) como o *Root-Mean-Squared* (RMS) e o Valor médio do Sinal Retificado (ALMEIDA, 2010), ambos indicam amplitude de sinal, uteis para avaliar a ativação/desativação muscular, sendo que nas contrações isométricas o RMS também pode representar potência. Existem também as variáveis do Domínio da Frequência (DF) como o Espectro de Frequência, Frequência Média e a Frequência Mediana, sendo a frequência mediana menos sujeita ao ruído e a atenuação de sinais, na maioria dos casos mais sensível aos processos bioquímicos e fisiológicos. Esses parâmetros do DF são úteis para detectar fadiga muscular durante contrações sustentadas (DE LUCA, 1984), que é o caso da AGSM.

## 2.8 Definição da situação problema

As aeronaves de caça Gripen foram adquiridos pelo Brasil em 2014 junto à SAAB, tendo sido as duas primeiras aeronaves entregues ao 1º Grupo de Defesa Aérea em 2022, onde receberam a alcunha de F39, como vemos a seguir na Figura 7 (Brasil, 2022).

**Figura 7:** Entrega dos primeiros F39



Fonte: FAB, 2022.

O F39 detém uma grande capacidade tecnológica, dispondo de recursos modernos de guerra eletrônica, armamentos sofisticados e mecânica de alto desempenho, atingindo velocidades de até 2 Mach, aproximadamente 2.167 Km/h, sustentando de -3G até +9G (SAAB, 2022), submetendo os pilotos às acelerações sustentadas de maior magnitude e de mais rápida instalação, logo com maior demanda fisiológica.

Uma vez que, a maioria das ocorrências de G-LOC são relacionadas a falhas de execução da AGSM, a EMG coloca-se como instrumento com grande potencial para verificação/correção da técnica em treinamentos de solo. Estudos como de Sah (2018), que verificou o aumento da atividade eletromiográfica da AGSM após instrução e de Chen (2004), que fala sobre a possibilidade de desenvolvimento de sistema automático e quantitativo baseado na EMG para avaliar de forma objetiva o desempenho dos alunos, suportam a ideia da utilização da EMG como ferramenta de monitoramento da AGSM. Contudo, os estudos não utilizaram a técnica de EMG como uma ferramenta de *biofeedback*.

## 2.9 Objetivo geral

O presente estudo tem por objetivo avaliar o impacto do *biofeedback*, do sinal de EMG, na instrução da AGSM e aferir a qualidade da AGSM realizada por pilotos de caça e cadetes brasileiros durante o EAF.

## 2.10 Objetivos específicos

- Apresentar a AGSM para os pilotos de caça e cadetes;
- Avaliar a aceitação da EMG pelos pilotos e cadetes;
- Avaliar o impacto do *biofeedback* em tempo real durante a AGSM;
- Consubstanciar através de evidências científicas e aperfeiçoar o treinamento da AGSM do IMAE; e
- Elevar a capacidade operacional dos pilotos brasileiros.

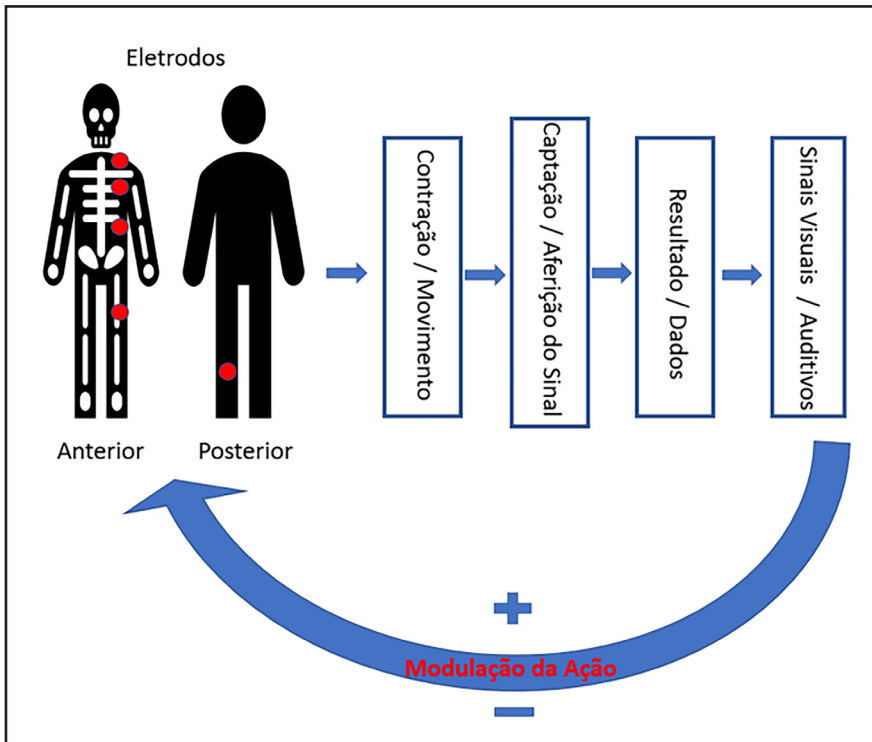
## 2.11 Aplicabilidade e relevância

No âmbito da FAB, através de questionário aplicado à 193 pilotos entre 1991 e 1992, obteve-se que 43% deles relataram já terem tido sintomas de hipoxia estagnante, sendo 11,92% *Gray out*, 20,72% *Black out* e 10,36% G-LOC, sendo que dos que tiveram G-LOC, 20% não apresentaram pródromos (Alvim, 1995).

Sabendo do salto operacional que vivenciamos com a chegada dos F39, conhecendo o benefício da AGSM como confirmado por Eiken *et al* (2007) em trabalho realizado com pilotos de Gripen, aliando-se o baixo risco e baixo custo, entende-se como oportuna e promissora a inclusão da EMG como método de feedback, conforme Figuras 8 e 9, para o aprimoramento da AGSM, resultando

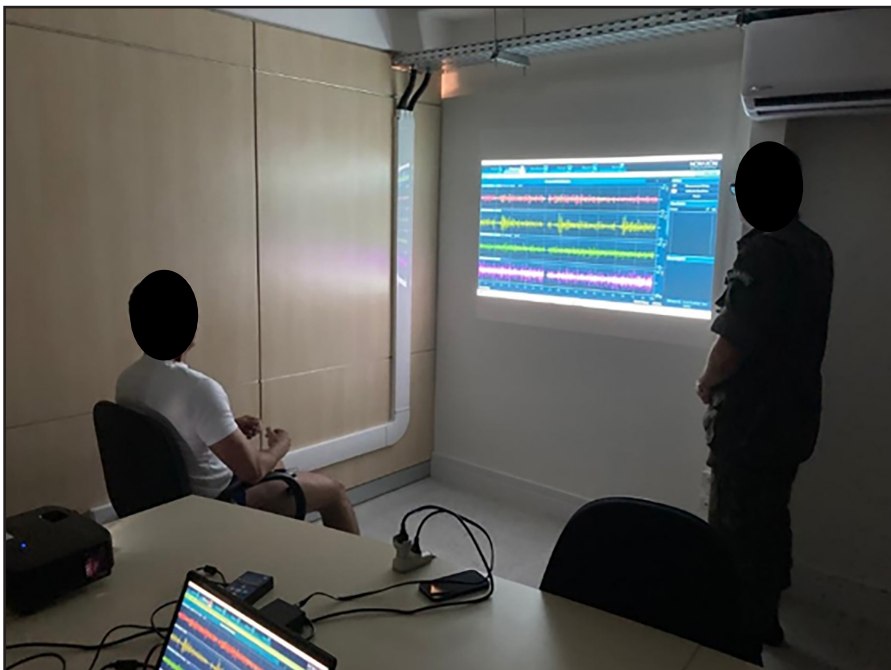
em melhor preparação dos pilotos tanto fisicamente, a partir da compreensão motora das melhores estratégias de ativação muscular, como proporcionando elevação da auto-confiança e redução do estresse psicológico que também se mostraram fatores importantes para o desempenho perante as acelerações +Gz (Yun, Oh, Shin, 2019), consequentemente mitigando o risco de acidentes e elevando a capacidade operacional da FAB.

**Figura 8:** Esquema de Biofeedback da EMG



Fonte: O próprio autor

**Figura 9:** AGSM com feedback em tempo real



Fonte: O próprio autor

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. A. P. **Investigação de parâmetros espectrais do EMG aplicáveis à terapia de biofeedback**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Engenharia Biomédica, URFJ, Rio de Janeiro, 2010.
- ALVIM, K. M. Greyout, blackout, and G-loss of consciousness in the Brazilian Air Force. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 66, n. 7, p.675-7, 1995.
- AZEVEDO, I. G. **Normalização de eletromiografia de superfície dos músculos respiratórios em sujeitos saudáveis: contração voluntária máxima isométrica versus pressões respiratórias máximas**. 2015. 89f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, UFRN, Rio Grande do Norte, 2015.
- BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscles alive: their functions revealed by electromyography**. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1985.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. **FAB incorpora primeiros F-39 Gripen à frota do Esquadrão Jaguar**. Força Aérea Brasileira, 2022. Disponível em: [www.fab.mil.br](http://www.fab.mil.br). Acesso em: 20 fev. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF: MD, 2020.
- CHEN, H. H.; WU, Y. C.; KUO, M. D. An electromyographic assessment of the anti-G straining maneuver. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 75, n. 2, p. 162-7, 2004.
- CHOI, B. *et al.* Detection of G-Induced Loss of Consciousness (G-LOC) prognosis through EMG monitoring on gastrocnemius muscle in flight. **Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**. Milan: Annual International Conference, v. 1, p. 7007-10, 2015.
- DAVID, J. R.; DAVID P. G. **Ernsting's aviation medicine**. London, UK: Edward Arnold, 2006.
- DAVIS, J. R. *et al.* **Fundamentals of aerospace medicine**. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer, 2012.
- DE LUCA, C. J. Myoelectric manifestations of localized muscular fatigue. **Critical Reviews in Biomedical Engineering**, v. 11, n. 25, p. 251-79, 1984.
- EIKEN, O. *et al.* G protection: Interaction of straining maneuvers and positive pressure breathing. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 78, n. 4, p. 392-8, 2007.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Introduction to aviation physiology**. Oklahoma, OK: U.S. Department of Transportation, 2021. Disponível em: [https://www.faa.gov/pilots/training/airman\\_education/media/IntroAviationPhys.pdf](https://www.faa.gov/pilots/training/airman_education/media/IntroAviationPhys.pdf). Acesso em 07 mar 2023.



FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Acceleration in aviation: G-Force**. Oklahoma, OK: U.S. Department of Transportation, 2022. Disponível em: <https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/pilots/safety/pilotsafetybrochures/Acceleration.pdf>. Acesso em 07 mar 2023.

FERNANDES, L. *et al.* Muscle activity in pilots with and without pressure breathing during acceleration. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 74, n. 6, p. 626-32, 2003.

HABAZETTL, H. *et al.* Microvascular responses to (hyper-) gravitational stress by short-arm human centrifuge: arteriolar vasoconstriction and venous pooling. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 1, p. 57-65, 2016.

KIM, S. *et al.* G-LOC warning algorithms based on EMG features of the gastrocnemius muscle. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 88, n. 8, p. 737-42, 2017.

KOBAYASHI, A.; KIKUKAWA, A.; ONOZAWA, A. Effect of muscle tensing on cerebral oxygen status during sustained high Gz. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 73, n. 6, p. 597-600, 2002.

KUMAR, A.; NATARAJA, M. S.; SHARMA, V. Analysis of G-induced loss of consciousness (G-LOC) and almost loss of consciousness (A-LOC) incidences in high-performance human centrifuge at Institute of Aerospace Medicine Indian Air Force. **Indian Journal of Aerospace Medicine**, v. 63, n. 2, p. 53-60, 2020.

MERLETTI, R.; FARINA, D. **Surface electromyography: Physiology, engineering and applications**. Piscataway, NJ: Wiley, 2016.

RICCIOTTI, A. C. D. Utilização de wavelets no processamento de sinais EMG. 2006. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SAAB. **Programa Gripen Brasileiro**. 2022. Disponível em: <https://www.saab.com/pt-br/markets/brasil/gripen-para-o-brasil/programa-gripen-brasileiro>. Acesso em: 20 fev. 2023.

SAH, I., NATARAJA, M. S.; RASTOGI, P. Quantified muscular contraction during AGSM and its correlation with straining +Gz Tolerance. **Indian Journal of Aerospace Medicine**, v. 62, n. 2, p. 11-5, 2018.

SLUNGAARD, E. *et al.* Aircrew conditioning programme impact on +Gz tolerance. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 9, p. 764-73, 2019.

TEMPORAL, W. *et al.* **Medicina aeroespacial**. Rio de Janeiro, RJ: Luzes, Comunicação, Arte & Cultura, 2005.

TU, M. Y. *et al.* Combined effect of heart rate responses and the anti-G straining manoeuvre effectiveness on G tolerance in a human centrifuge. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2020.



VERMA, A. K. *et al.* Skeletal muscle pump drives control of cardiovascular and postural systems. **Scientific Reports**, v. 7, n. 45301, p. 1-8, 2017.

YUN, C.; OH, S.; SHIN, Y.H. AGSM proficiency and depression are associated with success of high-G training in trainee pilots. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 7, p. 613-7, 2019.

# Avaliação do desempenho no exercício de flexão na barra fixa e sua relação com variáveis antropométricas e força de preensão manual: Um estudo piloto

Plínio de Souza Campos (CEFAN – MB)  
Bruno Ferreira Viana (CEFAN – MB)

## RESUMO

O objetivo do trabalho é realizar um estudo piloto correlacionando os dados antropométricos e a força de preensão manual com o desempenho no exercício de flexão na barra fixa dos Aprendizes de Soldados Fuzileiros Navais ao final do Curso de Formação no Centro de Instrução Almirante Milcíades Portela Alves.

**Palavras-chave:** Flexão na barra fixa; Dados antropométricos; Força de preensão manual.

## 1. INTRODUÇÃO

Sendo definida por Sanchez-Moreno *et al.* (2016) como um exercício calistênico, multi-articular dos membros superiores, no qual o indivíduo segura uma barra fixa acima de sua cabeça, com as palmas das mãos de forma pronada ou supinada e puxa seu corpo para cima, o exercício de flexão na barra fixa (ExFlexBF) pode ser considerada uma forma válida para medir a força muscular dos membros superiores relativa à massa corporal (MC) de um indivíduo. Por isso é usualmente utilizada para testes de força em crianças, adolescentes, homens e mulheres, além de muito utilizada também em profissões como policiais, bombeiros e militares em geral, visto a necessidade do levantamento do próprio corpo, atividade muito requisitada em tais profissões. Williford *et al.* (1999) cita que em bombeiros, especificamente, o ExFlexBF em conjunto com o teste de corrida de 1.5 milha e a medição da massa corporal livre de gordura (MCLG) foram considerados os melhores modelos preditores do desempenho físico.

Mesmo que seja possível o incremento externo de uma resistência à MC do indivíduo, a principal resistência utilizada para a realização do ExFlexBF é o seu próprio corpo, inferindo-se, assim, a possibilidade de as medidas antropométricas de uma pessoa ajudar ou prejudicar na avaliação física do referido exercício.

Nesse sentido, Rahimi *et al.* (2017) verificou que a MC ( $r = -0,491$ ,  $p < 0,001$ ), a massa de gordura (MG) ( $r = -0,450$ ,  $p < 0,001$ ) e o Índice de Massa Corporal (IMC) ( $r = -0,484$ ,  $p < 0,001$ ) dos indivíduos possuíam correlação fraca com o desempenho do ExFlexBF. Wood e Swain<sup>4</sup> verificaram que comparando a

performance no ExFlexBF com a MC houve uma correlação linear significativa ( $r^2 = 0,102$ ,  $p < 0,001$ ) demonstrando que a performance aumenta enquanto a MC do indivíduo diminui.

Sanchez-Moreno *et al.* (2016) verificou que o desempenho no ExFlexBF possuía correlação moderada com a MC ( $r = -0,550$ ,  $p < 0,01$ ), com a massa corporal livre de gordura (MCLG) ( $r = -0,500$ ,  $p < 0,01$ ) e com a MG ( $r = -0,520$ ,  $P < 0,01$ ), porém não havia correlação significativa com o percentual de gordura (%G) e com o percentual de massa muscular (%MM) ( $p > 0,05$ ). Os mesmos autores verificaram também que os indivíduos com melhor desempenho no exercício possuíam menor MC, MG e MCLG. Em consonância com esses autores, Merrigan *et al.* (2020) e Vodigar *et al.* (2022) verificaram relação entre a MC dos indivíduos avaliados e seus desempenhos no ExFlexBF.

No que tange a força de pressão manual (FPM), essa descreve a força dos músculos da mão para agarrar ou segurar. Existem diversas maneiras de classificar a FPM, porém as duas mais comuns são: força de preensão, quando se utiliza o envolvimento dos dedos sobre um objeto pressionando-o contra a palma da mão e utilizando-se do polegar para realizar uma contrapressão, e a preensão de precisão, quando utiliza-se apenas dos dedos para realizar a força, com o polegar realizando a contrapressão, sem a utilização da palma da mão. A maioria dos estudos mede a força de preensão visto que é considerado o recurso mais funcional devido à pegada comumente usada pelos indivíduos no seu dia a dia. Fatores como idade, gênero, mão dominante, estado nutricional e altura podem influenciar a FPM (Higgins, Adams, Hughes, 2018) o que fica evidente que, ressaltando-se a altura, dados antropométricos não estariam diretamente relacionados a essa força.

A Marinha do Brasil afirma em seu Manual CGCFN 108 (Brasil, 2021) que é essencial que todo militar tenha uma condição física mínima que garanta sua capacidade operativa, contribuindo para a manutenção da sua saúde, sua eficiência no desempenho profissional e da sua funcionalidade no combate, o que vai ao encontro do que afirma Vodigar *et al.* (2022) que cita que o desempenho físico é importante para a adequada realização de atividades operativas. Nesse sentido, com o propósito de verificar o grau de condicionamento físico de todos os militares, é previsto anualmente o Teste de Avaliação Física (TAF-a) onde, para verificar a força de resistência dos membros superiores é utilizado o ExFlexBF.

Especificamente no Centro de Instrução Almirante Milcíades Portela Alves (CIAMPA), os Aprendizes de Soldados Fuzileiros Navais (A-SD-FN) realizam três testes físicos durante os quatro meses do Curso de Formação de Soldados Fuzileiros Navais (CFSD-FN). Verificou-se que no primeiro teste, realizado ao iniciar o curso, cerca de 35% dos A-SD-FN não conseguem atingir o nível mínimo exigido no ExFlexBF. A partir desse momento torna-se interessante verificar quais são os motivos que possam levar a esse desfecho inicial, buscando analisar quais os efeitos que as medidas antropométricas do indivíduo têm no desempenho físico do ExFlexBF. Entender quais fatores podem influenciar sua performance,

possibilita a realização um trabalho multidisciplinar, onde o acompanhamento com treinamentos específicos juntamente com o acompanhamento de variáveis antropométricas relevantes, pode culminar em resultados mais eficientes.

Assim, o objetivo do presente trabalho é realizar um estudo piloto com os dados apresentados pelo CIAMPA referentes ao terceiro, e último, teste físico realizado pelos A-SD-FN ao final do CFSD-FN, especificamente ao ExFlexBF, correlacionando-o com medições antropométricas de MC, %G, estatura (Est), IMC e FPM.

## 2. MÉTODO

Dentre os dados obtidos junto ao CIAMPA, foram utilizados para o presente estudo piloto os dados referentes ao terceiro, e último, teste físico dos militares da 1ª Companhia, ao qual foram submetidos os A-SD-FN ao final do CFSD-FN que ocorreu entre os meses de agosto em novembro do ano de 2022.

Entre os dados recebidos temos as seguintes variáveis antropométricas: idade (ID), MC, Est, circunferência de cintura, circunferência abdominal e dobras cutâneas do tórax (DT), do abdômen (DA) e da coxa (DCx). O resultado para o IMC obteve-se dividindo a MC (em quilogramas) pela Est elevada ao quadrado. Para o %G utilizou-se a fórmula de Siri para homens com idade entre 17 e 19 anos e para homens com idade superior a 20 anos. Esta fórmula leva em consideração a densidade corporal (DC) que foi obtida pelo protocolo de Jackson e Pollock para 3 pregas.

Dentre os testes que avaliaram componentes do condicionamento físico, foram utilizados para o presente estudo piloto, apenas os testes do ExFlexBF e o teste de FPM.

A Tabela 1 apresenta as características da casuística.

**Tabela 1:** Dados Antropométricos e Teste Físico (N=57)

Parâmetros	Média +/- Desvio Padrão
Idade	20,61 +/- 1,19
Massa Corporal (MC)	73,12 +/- 7,09
Estatura (Est)	1,75 +/- 0,07
Índice de Massa Corporal (IMC)	23,77 +/- 1,80
Percentual de Gordura (%G)	10,16 +/- 3,27
ExFlexBF	13,67 +/- 3,53
Força de Preensão Manual (FPM)	50,16 +/- 9,67

Fonte: CIAMPA.

### 2.1 Análise estatística

Inicialmente foi realizado um procedimento de correlações entre o ExFlexBF e outras variáveis de forma isolada. Para isso, foi realizado o teste de correlação de Pearson assumindo  $\alpha = 5\%$  entre o ExFlexBF e os dados da MC, Est, IMC, %G e FPM (Tabela 2).

Posteriormente, utilizando modelo linear generalizado (GLM) foi

realizado um teste de regressão linear múltipla utilizando um algoritmo customizado no software R 4.1.0. Para realizar a seleção das variáveis que seriam retidas no modelo final, foi realizado um método de filtro preliminar, utilizando um procedimento de eliminação retrógrada, removendo sucessivamente as variáveis com maior valor “p” e reajustando o modelo até que todas as variáveis restantes do apresentassem valor de “p” inferior a 0,2 (Tabela 3) (Doerken *et al.*, 2019).

### 3. RESULTADOS PRELIMINARES

Em um primeiro momento correlacionou-se o desempenho do ExFlexBF com diferentes variáveis antropométricas e com a FPM isoladamente (Tabela 2). Não foi encontrado correlação significativa com a MC ( $r = -0,2338$ ;  $p = 0,0801$ ), Est ( $r = -0,2160$ ;  $p = 0,1066$ ), IMC ( $r = -0,0742$ ;  $p = 0,5833$ ) e FPM ( $r = 0,1427$ ;  $p = 0,02036$ ), porém, em se tratando do %G encontrou-se uma fraca correlação significativa ( $r = -0,4861$ ;  $p = 0,0001$ ).

**Tabela 2:** Correlação entre ExFlexBF e demais variáveis de forma isolada (N=57)

Parâmetros	MC	Est	IMC	%G	FPM
Pearson (r)	-0,2338	-0,2160	-0,07420	-0,4861	0,1427
Intervalo de Confiança (95%)	-0,4660 a 0,0286	-0,4512 a 0,0473	-0,3285 a 0,1901	-0,6628 a 0,2582	-0,1225 a 0,3889
P valor	0,0801	0,1066	0,5833	0,0001	0,2897
$r^2$	0,05465	0,04665	0,005506	0,2363	0,02036

Fonte: O autor

Visto que, como apresentado acima, não foram encontrados bons preditores para o ExFlexBF utilizando-se das variáveis de forma isolada, buscou-se, em um segundo momento, analisar tais variáveis de maneira combinada (Tabela 3).

Primeiramente, em um filtro preliminar, buscando encontrar as variáveis finais para o modelo de regressão linear múltipla pelo método da eliminação retrógrada, utilizou-se a combinação dos valores da MC, Est, %G e FPM e, por ter sido encontrado o maior valor de “p” para a MC, essa variável foi eliminada, visto a pouca influência que teria na predição, por meio desse protocolo utilizado, para o ExFlexBF. Em seguida, com as variáveis restantes, Est, %G e FPM, foi conduzida uma nova regressão, chegando a valores de “p” para todos os preditores menores do que 0,2, o que indica que tais variáveis, de forma combinada, seriam preditoras para o ExFlexBF.



**Tabela 3:** Etapas de eliminação retrógrada para escolha das variáveis incluídas no modelo

Passos	Variáveis Independentes	p
Passo 1	MC	0,6944
	Est	0,3527
	FPM	0,1453
	%G	0,0021
Passo 2	Est	0,145849
	FPM	0,144754
	%G	0,000372

Fonte: O autor

Com os preditores mais relevantes determinados pelo método estatístico, o modelo final de regressão múltipla, como visto na tabela 4, pode ser expresso pela equação ( $r^2 = 0,2833$ ;  $p = 0,0004799$ ):

$$(\text{Número de Barras}) = 32,402 - 9,727(\text{Est}) + 0,070(\text{FPM}) - 0,486(\%G)$$

**Tabela 4:** Modelo de regressão linear múltipla final

Tabela 4: Modelo de regressão linear múltipla final

Variáveis	$\beta$	Intervalo de Confiança (95%)
Est	-9,727	(-22,642 a -3,188)
FPM	0,070	(-0,021 a 0,151)
%G	-0,486	(0-0,737 a -0,236)
Constante	32,402	(10,763 a 54,041)

Fonte: O autor

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foram encontradas associações adequadas entre o desempenho no ExFlexBF e variáveis antropométricas e de força, quando avaliadas isoladamente. Tendo sido o melhor resultado, a correlação fraca entre o %G e o ExFlexBF ( $r = -0,4861$ ;  $p = 0,0001$ ). As associações se mantiveram não adequadas quando se utilizou de uma combinação de preditores, visto que também se obteve uma fraca correção no modelo final de regressão linear múltipla ( $r^2 = 0,2833$ ;  $p = 0,0004799$ ).

Sugere-se que os resultados obtidos possam ter sido influenciados por uma amostra homogênea dos avaliados; número insuficiente de sujeitos para a amostra; ou necessidade de busca de outras variáveis dependentes.

Adicionalmente, vale ressaltar que o presente estudo terá como próximos passos, (i) replicar a análise em uma amostra maior, (ii) analisar a amostra em dois momentos distintos, no início e ao final do curso, e (iii) investigar os preditores antropométricos e funcionais relacionados à evolução do desempenho no ExFlexBF durante o curso A-SD-FN.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Marinha do Brasil. **Normas sobre o treinamento físico militar e testes de avaliação física na Marinha do Brasil – CGCFN-108** - 1 Revisão. Rio de Janeiro, RJ: Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, 2021.
- DOERKEN, S. *et al.* Penalized logistic regression with low prevalence exposures beyond high dimensional settings. **PLoS One**, v. 14, n. 5, p. 1-14, 2019.
- HIGGINS, S. C.; ADAMS, J.; HUGHES, R. Measuring handgrip strength in rheumatoid arthritis. **Rheumatology International**, n. 38, n. 5, p. 707-14, 2018.
- MERRIGAN, J. J. *et al.* What factors predict upper body push to pull ratios in professional firefighters? **International Journal of Exercise Science**, v. 13, n. 4, p. 1605-14, 2020.
- RAHIMI, N. A. *et al.* Relationship between body composition and physical fitness of rescue firefighter personnel in Selangor, Malaysia. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 77-83, 2017.
- SANCHEZ-MORENO, M. *et al.* Determinant factors of pull-up performance in trained athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 7-8, p. 825-33, 2016.
- VODIČAR, M. *et al.* Regular strength training and baseline fitness in overweight infantry members of Slovenian Armed Forces. **BMJ Military Health**, v. 168, n. 2, p. 141-5, 2022.
- WILLIFORD, H. N. *et al.* Relationship between firefighting suppression tasks and physical fitness. **Ergonomics**, v. 42, n. 9, p. 1179-86, 1999.
- WOOD, D. E.; SWAIN, D. P. Influence of body mass on fitness performance in naval special warfare operators. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 11, p. 3120-7, 2021.

# Componentes do condicionamento físico associados ao risco de lesões musculoesqueléticas em militares

Rafael Chieza Fortes Garcia (EsEFEx – EB)

Adriane Mara de Souza Muniz (EsEFEx – EB)

Priscila dos Santos Bunn (CEFAN – MB)

## RESUMO

A história de lesão musculoesquelética (LME) prévia e os componentes do condicionamento físico constituem uns dos principais fatores de risco para novas lesões em militares. Baseado nisto, o objetivo desse estudo é investigar o papel desses fatores de risco no surgimento de LME em militares.

**Palavras-chave:** Militares; Lesão; Fatores de risco; Aptidão física.

## 1. INTRODUÇÃO

A prática de atividade física relaciona-se diretamente com a promoção da saúde e prevenção de diversas doenças (WHO, 2021), entretanto, é comum a ocorrência de lesões musculoesqueléticas (LME) decorrentes das mais variadas práticas, especialmente entre os indivíduos fisicamente ativos (Fulton *et al.*, 2014).

Nas Forças Armadas, a necessidade de manter um regime de treinamento físico vigoroso sempre será primordial para o desempenho de suas missões (Jones *et al.*, 1999). É um paradoxo que essas próprias atividades de treinamento físico exigidas ou incentivadas, a fim de melhorar o desempenho físico de seus soldados, também sejam o que mais pode prejudicar a sua saúde (Jones *et al.*, 1999).

Em militares, a incidência dessas lesões podem variar entre 27,2% até 66,7% dependendo do tipo de subpopulação estudada (Knapik *et al.*, 2013; Neves *et al.*, 2018), considerando ainda desde a atividade militar administrativa (com baixa demanda física), até as atividades operacionais (que requerem alto custo metabólico e considerável força muscular) (Wise, Trigg, 2020).

Estudos recentes demonstraram que soldados dos EUA em unidades previamente designadas como apoio de combate (por exemplo, aviação, engenharia, inteligência militar, polícia militar e comunicações) e serviço de apoio ao combate (por exemplo, logística, transporte, manutenção, médico, administrativo e financeiro) tiveram maior incidência de LME quando em comparação com os soldados em unidades das armas de combate ao longo de um ano (Teyhen *et al.*, 2018).

Por esses motivos, as diversas Forças Armadas pelo mundo buscar formas de mitigar os efeitos deletérios de uma LME intervindo nos seus fatores

de risco. Recentemente, Sammito *et al.* (2021) propuseram um modelo de classificação de fatores de riscos a partir da revisão de 179 estudos. Nesse estudo, foram identificados 57 potenciais fatores de risco, incorporando os princípios estabelecidos de risco modificável x não modificável e fatores intrínseco x extrínseco, de modo que fatores como lesão muscular prévia, força muscular, capacidade aeróbica, composição corporal entre outros componentes do condicionamento físico seriam os potenciais alvos de programas de prevenções de LME por apresentar associação forte ou moderada com seu desenvolvimento (Sammito *et al.*, 2021).

Classicamente, os componentes do condicionamento físico, também descritos como valências físicas, são divididos em dois grupos: um relacionado à saúde (força muscular, resistência muscular, capacidade aeróbica, flexibilidade e composição corporal) e outro relacionado à habilidade de realizar uma determinada tarefa (agilidade, equilíbrio, velocidade, tempo de reação, coordenação e controle motor) (Pate, 1983).

Durante a fase aguda de uma LME, vários desses componentes do condicionamento físico podem ser comprometidos (Opar *et al.*, 2012), prejudicando o desempenho de atividades militares. Além disso, sabe-se que o déficit de alguns desses componentes, como força muscular, flexibilidade, equilíbrio, capacidade aeróbica e composição corporal também constituem um fator de risco independente para lesões musculoesqueléticas, mesmo em indivíduos previamente saudáveis sem história de lesões (De La Motte *et al.*, 2017; Nagai *et al.*, 2017), assim como a história de uma LME prévia (Bunn *et al.*, 2021).

Embora esses fatores de risco sejam bem estabelecidos para LME, esses dados fornecem informações limitadas para o desenvolvimento de programas de prevenção personalizados, uma vez que isoladamente eles detêm pouca capacidade de prever uma lesão. Alguns estudos têm demonstrado que a análise combinada de diversos fatores gera melhor capacidade de prever uma LME (Garnock *et al.*, 2018; Teyhen *et al.*, 2020).

Além disso, diversos estudos que investigaram a história de lesão prévia e os componentes do condicionamento físico como fator de risco para LME (Rauh *et al.*, 2006; Knapik *et al.*, 2013; Roy *et al.*, 2013; Taanila *et al.*, 2015; Pihlajamäki *et al.*, 2019) não realizaram nenhum ajuste ao se comparar indivíduos com e sem lesão prévia, de modo que o risco relativo na maioria das vezes foi obtido de forma isolada. Um dos poucos estudos que realizou tal análise, comparou grupos com e sem lesão prévia, porém não utilizou fatores de riscos relacionados ao condicionamento físico no modelo de predição de lesão, apenas estatura e massa corporal (Monnier *et al.*, 2017). Outro estudo que também fez esse tipo de análise utilizou fatores não-modificáveis, como o sexo e componentes de análise biomecânica (Garnock *et al.*, 2018).

A metanálise realizada no estudo 1 deste projeto, embora apenas com resultados preliminares (dados não-publicados), demonstrou que militares com

LME prévia apresentam menor força muscular quando comparados com militares sem história de LME prévia. De modo que é possível supor que o risco relativo de grupos de militares com e sem lesão possa ser diferente, principalmente caso seja feita uma análise combinando fatores relacionados aos componentes do condicionamento físico. Embora uma das limitações desse estudo tenha sido a pequena quantidade de pesquisa sobre o tema em militares, além das limitações metodológicas relacionadas a caracterização da gravidade, tipo e tempo de LME dos estudos incluídos na revisão.

Corroborando esses achados, recentemente, um estudo transversal com militares do Exército Brasileiro demonstrou que militares com lesões prévias, apresentaram déficit de força muscular e potência no salto vertical quando comparados a um grupo de militares sem histórico de lesão (Muniz, *et al.*, 2021).

### 1.1 Caracterização da situação-problema

Dentre desse cenário, o primeira questão que ainda não está totalmente esclarecida é a real incidência e prevalência de LME no EB, ou seja, a extensão do problema para a realidade dentro das Forças Armadas do Brasil, uma vez que a grande parte dos estudos disponíveis são na literatura estrangeiros.

Além disso, pouco se sabe sobre a interação entre os componentes do condicionamento físico e uma lesão LME prévia. Apesar de diversos estudos demonstrarem a associação entre lesões prévias e o surgimento de uma nova lesão, poucas evidências tentaram esclarecer a relação entre essas variáveis. De modo que resta entender quais são os componentes do condicionamento físico que de fato são afetados por uma lesão prévia.

Nesse contexto, muitos estudos tem investigado o papel da história de lesão prévia como um fator de risco para uma LME (Rauh *et al.*, 2006; Roy, 2014; Taanila *et al.*, 2015; Pihlajamäki *et al.*, 2019), entretanto nenhum deles ajustou essa análise ao comparar os componentes do condicionamento físico de indivíduos com e sem lesão prévia.

Outra questão de suma importância, está no fato das LME serem claramente uma entidade de natureza multifatorial, com diversos fatores de risco combinando ou somando para gerar uma LME. Entretanto, a maioria dos estudos realizam a análise desses fatores de risco individualmente, resultando em modelos de predição de LME com capacidade limitadas.

### 1.2 Justificativa e relevância

O estudo se faz importante na medida em que anualmente, incorporam as Força Armadas Brasileiras para o serviço militar obrigatório aproximadamente 90.000 jovens brasileiros (Brasil, 2020), todos potencialmente expostos a condições inerentes da atividade militar estando, portanto sujeitos a LME e



todas as suas consequências. Diversos estudos já demonstraram que o período inicial do serviço militar é um dos períodos nos quais esses indivíduos estão mais expostos ao risco de LME (Molloy *et al.*, 2012), em virtude, provavelmente da transição de um estilo de vida menos ativo para a função militar.

Essas lesões causam um número substancial de dias de trabalho perdidos, com impacto econômico significativo, tanto pelo custo de tratamento, quanto por processos de reforma, além da perda da operacionalidade da tropa (Molloy *et al.*, 2012).

Por isso, a implementação de programas de prevenção de LME é considerada a principal forma de mitigar os efeitos deletérios dessas lesões. Para isso, a implementação de programas de prevenção de LME é considerada uma das principais maneiras para se aumentar a prontidão, desempenho e saúde dos militares.

A construção de um programa de prevenção de lesões deve seguir uma sequência de eventos que proporcione atingir o objetivo de forma mais rápida e precisa. Para isso, inicialmente, deve-se conhecer a extensão do problema e identificar os fatores de risco envolvidos, para em seguida, realizar-se as intervenções estratégicas que irão reduzir as LME (Van Mechelen *et al.*, 1992).

O presente estudo pretende colaborar na obtenção de dados sobre essas duas questões iniciais (extensão do problema e fatores associados), servindo como subsídio teórico e prático para a elaboração de futuros programas de prevenção de LME em militares e contribuindo para a diminuição da incidência, prevalência e a gravidade dessas lesões, e consequentemente, reduzindo o impacto negativo na economia, saúde e operacionalidade da tropa.

### 1.3 Objetivo geral

Investigar os fatores de risco de lesões musculoesqueléticas relacionados aos componentes do condicionamento físico em militares recrutas ao Exército Brasileiro, bem como o impacto de lesões prévias.

### 1.4 Objetivos específicos

- Analisar a incidência de lesão musculoesquelética nos grupos com e sem histórico de lesão prévia.
- Avaliar componentes do condicionamento físico por meio da composição corporal, força muscular, potência muscular, resistência muscular, flexibilidade e capacidade cardiorrespiratória em militares recrutas com e sem lesão durante o ano.
- Criar um modelo de predição de surgimento de LME por meio de uma análise de regressão logística com os dados dos componentes do condicionamento físico e outros fatores de risco.

## 2. MÉTODO

### 2.1 Desenho do Estudo

Coorte prospectiva.

### 2.2 Amostra

O tamanho amostral estimado pelo software G\*Power 3.1.9.4 (Faul *et al.*, 2007) para o desenho do teste para comparar as capacidades físicas do grupo com e sem lesão ao longo do ano, objetivando um tamanho de efeito de 0,5, alfa de 0,05 e poder do teste de 0,80 foi de 128 participantes. Desta forma, considerando em perda amostral de 10%, avaliaremos 140 militares do serviço ativo do Exército Brasileiro, servindo no Centro de Capacitação Física do Exército e no Instituto Militar de Engenharia, ambos localizados na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Todos os militares que estiverem no ano inicial do serviço militar em 2023 nessas duas Organizações Militares serão convidados a participar do estudo. Dentre os voluntários para participar do estudo serão selecionados de forma aleatória aqueles que estiverem dentro dos critérios de inclusão.

Após uma avaliação diagnóstica, serão adotados os seguintes critérios de inclusão: a) sexo masculino, b) idade entre 18 e 20 anos, c) indivíduos no primeiro ano do serviço militar obrigatório. Os critérios de exclusão envolveram: a) indivíduos que estiverem fazendo uso de qualquer substância ou fármaco capaz de alterar a resposta cardiovascular ao exercício, b) que não puderem comparecer a todas as etapas da coleta de dados ou considerados inaptos fisicamente por uma avaliação médica, c) que apresentarem LME no momento da realização dos testes físico iniciais.

Os participantes serão ainda acompanhados a cada 15 dias para identificarmos as novas lesões ao longo tempo e cada 4 semanas para controle das atividades físicas realizadas.

### 2.3 Procedimentos de coleta de dados

Os participantes, logo no início do ano de instrução militar, após as medidas administrativas necessárias, serão avaliados em 5 visitas em momentos distintos, com intervalo mínimo de 24-48 h entre elas. No momento 1, será realizada uma avaliação diagnóstica para medida da composição corporal, flexibilidade, questionário sobre o nível de atividade física atual e progresso, questionário sobre lesões musculoesqueléticas prévias. No momento 2, os militares serão familiarizados aos protocolos de teste de força muscular (IMTP) e potência muscular (salto vertical). No momento 3, será realizado o teste de salto vertical, equilíbrio e resistência muscular. No momento 4, o teste de IMTP e no momento 5, será realizado o teste de 12 minutos de Cooper.

## 2.4 Instrumentos

### Composição corporal

A avaliação da composição corporal será medida por meio de análise de impedância bioelétrica (modelo 720; Inbody, Coréia do Sul) os indivíduos serão avaliados em jejum de 4 horas e sem a realização de esforço físico nas últimas 8h. Serão avaliadas a massa corporal total (kg), o percentual de gordura (%G), o índice de massa magra (kg), o índice de massa gorda (kg) e a taxa metabólica de repouso (TMR).

### Nível de atividade física

Informações sobre o nível de atividade física pregressa e atual serão obtidas por Questionário de Baecke para atividades físicas habituais, validado para adultos jovens brasileiros (Florindo *et al.*, 2003). O questionário é autoaplicável, composto por 16 questões divididas em 3 seções. As respostas irão fornecer três escores de atividades físicas dos últimos 12 meses, caracterizados por atividades ocupacionais, exercícios físicos e atividades de lazer e locomoção. A partir da coleta dos dados iniciais, o questionário será reaplicado até o final do estudo, a cada 4 semanas, para acompanhamento das atividades físicas realizadas durante o período correspondente.

### Força muscular

A força muscular será avaliada através do teste isometric mid-thigh pull (IMTP). Os participantes realizaram aquecimento por 5 minutos em uma bicicleta estacionária com cadência de 70 rpm e carga mínima. Após 3 min de recuperação, eles serão posicionados sobre a plataforma do dinamômetro T.K.K. 5002 (Takei, Japão), onde terão sua posição ajustada de modo que a barra de puxada fique no região anterior média da coxa, com os joelhos entre 125°-145° (totalmente estendido seria 180°) e quadril 140°-150° em relação ao tronco, medidos com goniômetro. A pegada será ajustada com fita para melhor aderência. Então, serão instruídos a fazer força para estender os joelhos e tronco simultaneamente, mantendo uma contração isométrica máxima por 5 segundos. Será considerado o melhor resultado do pico de força isométrico obtido após 3 tentativas com 3 minutos de intervalo entre cada tentativa (Comfort *et al.*, 2019).

### Potência muscular

Será coletado por meio do salto vertical contra movimento (CMJ). Os participantes aquecerão pedalando em cicloergômetro estacionário (Star Trac, EUA), seguido de cinco saltos submáximos. O participante realizará o salto bilateral a partir da posição ereta, mantendo os joelhos em extensão de 180°, com as mãos fixas no quadril, na região da crista ilíaca para os registros sem o auxílio

de membros superiores. Três saltos CMJ com esforço máximo serão coletados sequencialmente na plataforma de salto Elite Jump System (S2 Sports, São Paulo, Brasil) com intervalo de descanso de 1min entre os saltos. Será solicitado que os participantes mantenham as mãos na cintura durante os saltos (Loturco *et al.*, 2017).

### Capacidade aeróbica

Será avaliado através de teste de corrida de 12 minutos de Cooper em pista de atletismo de 400m. Os participantes realizarão aquecimento dinâmico por 10 minutos com corrida leve e exercícios de alongamento. A predição do  $VO_2$ max através da distância percorrida ao final do teste será obtida a tabela disponibilizada por Cooper (Cooper, 1968).

### Resistência muscular

Será avaliada através do teste de prancha horizontal (Tong *et al.*, 2014). Após uma demonstração visual, os participantes individualmente irão assumir a posição de prancha horizontal supina com os antebraços em contato com o solo e cotovelos em 90°, de forma que o úmero forme uma linha perpendicular ao plano horizontal, diretamente abaixo dos ombros. Os antebraços devem estar em posição neutra e com as mãos à frente dos cotovelos. O participante então assume uma posição corporal anatômica fixa de modo que apenas seus antebraços e dedos dos pés sustentem o corpo. Esta posição é caracterizada por uma extensão falangeana, posição neutra do tornozelo, extensão do joelho e quadril, mantendo a posição neutra da coluna vertebral. Os participantes serão instruídos a manter esta posição estática o maior tempo possível, sendo fornecidas instruções verbais ao participante a fim de que ele mantenha sempre a posição correta. O teste será encerrado caso o participante canse, interrompa o teste voluntariamente ou falhe em manter a posição estática, não conseguindo manter a posição correta após duas intervenções do avaliador.

### Equilíbrio

O equilíbrio será avaliado através do teste de apoio unipodal não instrumentado (Trojian *et al.*, 2006). O teste será realizado com o participante em pé sem calçado com o joelho contralateral dobrado e sem não tocar o membro de apoio no solo; os quadris devem estar nivelados ao chão; os olhos abertos e fixos em um ponto marcado na parede a frente; em seguida, é solicitado que o participante feche os olhos por 10 segundos. Aquele que relatar qualquer sensação de desequilíbrio ou o avaliador observar que as pernas se tocaram, os pés se moveram no chão, o pé suspenso tocou o solo ou os braços se moveram de sua posição inicial é considerado como uma falha. Caso o participante falhe novamente na segunda tentativa, o teste é considerado positivo. Ambas as pernas serão testadas

## Acompanhamento das lesões musculoesqueléticas

Os indivíduos serão acompanhados durante os 8 meses iniciais do ano de instrução através da aplicação periódica de um questionário online, detalhando a ocorrência de lesões musculoesqueléticas, adaptado de procedimentos de coleta de dados de lesão em jogadores de futebol (Fuller *et al.*, 2007).

O questionário também será aplicado no início do estudo para levantamento retrospectivo das lesões musculoesqueléticas nos últimos dois anos. No transcorrer do estudo o mesmo questionário será encaminhado a cada 2 semanas de forma online no Google Formulário para levantamento das lesões que ocorrem após o início do estudo. A análise de incidência considerará a atividade em que ocorreram as lesões musculoesqueléticas, bem como o tipo de lesão, a localização anatômica da parte lesionada, os sintomas físicos e as possíveis causas da lesão.

Todos aqueles participantes que em algum momento relatarem uma lesão musculoesquelética, além de preencherem todos os dados constantes no formulário online, também serão encaminhados para uma entrevista com um profissional de saúde com experiência em lesões musculoesqueléticas que confirmará as informações fornecidas anteriormente.

### **2.5 Análise estatística**

Será realizada a análise descritiva dos dados coletados, apresentando a média, o desvio padrão, a mediana e a amplitude dos testes, em seguida serão realizados os testes de verificação de aderência à normalidade, Teste de Kolmogorov-Smirnov.

Se os dados forem paramétricos, será usado o Teste t de Student para amostras independentes para verificar a diferença de médias entre o grupo com que apresentar lesão durante o ano de instrução e o grupo que não apresentar lesão.

Caso os dados não sejam aderentes à normalidade, a alternativa será fazer o teste Teste U de Mann-Whitney, para verificar a diferença entre os grupos com e sem lesão prévia.

Para avaliar a associação entre as variáveis estudadas e a incidência de lesões foi utilizada a estatística inferencial através do teste qui-quadrado e para a comparação da incidência de lesão entre os grupos com e sem história de lesão prévia o risco relativo.

O modelo de regressão logística será previamente ajustado pelo método stepwise aplicado nas direções feedforward e feedback. Essa técnica servirá para a escolha das variáveis preditivas avaliada pelo critério de informação de Akaike. A regressão logística descreverá a relação de várias variáveis preditoras para a variável dependente dicotômica (ter lesão ou não ter lesão ao longo do ano de instrução).

Para todos os testes será adotado o nível de confiança de 95% e será utilizado o software SPSS versão 22.6.5 e a regressão logística será realizada no software R 4.2.1(R Core Team, 2022).



## 2.6 Aspectos éticos

O presente estudo atenderá às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será assinado pelos participantes e o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Serviço Militar deve incorporar 90 mil jovens no Exército, Marinha e Aeronáutica em 2020** [Internet]. gov.br. 2020 [citado 24 de fevereiro de 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/justica-e-seguranca/2020/01/servico-militar-deve-incorporar-90-mil-jovens-no-exercito-marinha-e-aeronautica-em-2020>.
- BUNN, P. S. *et al.* Risk factors for musculoskeletal injuries in military personnel: a systematic review with meta-analysis. **International Archives of Occupational Environmental Health**, v. 94, n. 6, p. 1173-89, 2021.
- COMFORT, P. *et al.* Standardization and methodological considerations for the isometric midhigh pull. **Strength and Conditioning Journal**, v. 41, n. 2, p. 57-9, 2019.
- COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. **Journal of American Medical Association**, v. 203, n. 3, p. 201-4, 1968.
- DE LA MOTTE, S. J. *et al.* Systematic review of the association between physical fitness and musculoskeletal injury risk: part 2—muscular endurance and muscular strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 11, p. 3218-34, 2017.
- FAUL, F. *et al.* G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavioral Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175-91, 2007.
- FLORINDO, A. A. *et al.* Validation and reliability of the Baecke questionnaire for the evaluation of habitual physical activity in adult men. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 3, p. 129-35, 2003.
- FULLER, C. W. *et al.* Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 17, n. 3, p. 177-81, 2007.
- FULTON, J. *et al.* Injury risk is altered by previous injury: a systematic review of the literature and presentation of causative neuromuscular factors. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 9, n. 5, p. 583-95, 2014.

- GARNOCK, C. *et al.* Predicting individual risk for medial tibial stress syndrome in navy recruits. **Journal of Science in Medicine Sport**, v. 21, n. 6, p. 586-90, 2018.
- JONES, B. H. *et al.* Physical training and exercise-related injuries surveillance, research and injury prevention in military populations. **Sports Medicine**, v. 27, n. 2, p. 111-25, 1999.
- KNAPIK, J. J. *et al.* A prospective investigation of injury incidence and injury risk factors among Army recruits in military police training. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 14, n. 32, 2013.
- LOTURCO, I. *et al.* Validity and usability of a new system for measuring and monitoring variations in vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 9, p. 2579-85, 2017.
- MOLLOY, J. M. *et al.* Physical training injuries and interventions for military recruits. **Military Medicine**, v. 177, n. 5, p. 553-8, 2012.
- MOLLOY, J. M. *et al.* Musculoskeletal injuries and United States Army readiness part I: Overview of injuries and their strategic impact. **Military Medicine**, v. 185, n. 9/10, p. 1461-72, 2020.
- MONNIER, A. *et al.* Risk factors for back pain in marines; a prospective cohort study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 17, n. 1, 2017.
- MUNIZ, A. M. *et al.* Biomechanical and physical profile comparison in militaries with and without musculoskeletal injuries: A preliminary study. **International Society of Biomechanics in Sport Conference**, v. 39, n. 1, p. 77-80, 2021.
- NAGAI, T. *et al.* Poor anaerobic power/capability and static balance predicted prospective musculoskeletal injuries among Soldiers of the 101st Airborne (Air Assault) Division. **Journal of Science in Medicine Sport**, v. 20, n. 4, p. s11-6, 2017.
- NEVES, E. B. *et al.* Incidence rate of musculoskeletal injuries in Brazilian Army. **Bioscience Journal**, v. 38, n. 6, p. 1744-50, 2018.
- OPAR, D. A. *et al.* Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 209-26, 2012.
- PATE, R. R. A new definition of youth fitness. **Physician and Sportsmedicine**, v. 11, n. 4, p. 77-83, 1983.
- PIHLAJAMÄKI, H. *et al.* Regular physical exercise before entering military service may protect young adult men from fatigue fractures. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 20, n. 1, 2019.
- RAUH, M. J. *et al.* Epidemiology of stress fracture and lower-extremity overuse injury in female recruits. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 9, p. 1571-7, 2006.
- ROY, T. C. *et al.* Loads worn by soldiers predict episodes of low back pain during deployment to Afghanistan. **Spine**, v. 38, n. 15, p. 1310-7, 2013.

- ROY, T. C. **Risk Factors for musculoskeletal injuries in deployed female**. 2014. 189f. Doctoral Dissertation (Doctor of Philosophy in Rehabilitation Science) - School of Health and Rehabilitation Sciences, University of Pittsburgh, 2014.
- SAMMITO, S. *et al.* Risk factors for musculoskeletal injuries in the military: a qualitative systematic review of the literature from the past two decades and a new prioritizing injury model. **Military Medicine Research**, v.8, n. 1, p. 66, 2021.
- TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 16, n.1, 2015.
- TEYHEN, D. S. *et al.* Incidence of musculoskeletal injury in US Army unit types: a prospective cohort study. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 48, n. 10, p. 749-57, 2018.
- TEYHEN, D. S. *et al.* Identification of risk factors prospectively associated with musculoskeletal injury in a warrior athlete population. **Sports Health**. V. 12, n. 6, p. 564-72, 2020.
- TONG, T. K. *et al.* Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. **Physical Therapy in Sport**, v. 15, n. 1, p. 58-63, 2014.
- TROJIAN, T. H. *et al.* Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 7, p. 610-3, 2006.
- VAN MECHELEN, W. *et al.* Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts. **Sports Medicine**, v. 12, n. 2, p. 82-99, 1992.
- WISE, S. R.; TRIGG, S. D. Optimizing health, wellness, and performance of the tactical athlete. **Current Sports Medicine Reports**, v. 19, n.2, p. 70-5, 2020.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Physical activity**. 2021 [citado 24 de fevereiro de 2023]. Disponível em: 25/02/2023 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>.

