

PROTEGENDO NOSSAS RIQUEZAS
CUIDANDO DA NOSSA GENTE

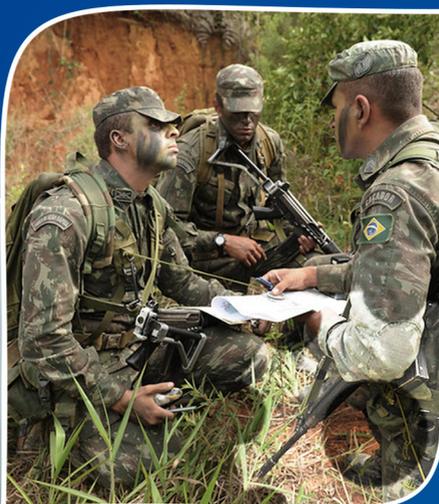
ANAIS

VI SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Organizadores:

Helder Guerra de Resende

Gilberto Pivetta Pires



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



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
(6 : 2024 : Rio de Janeiro, RJ).

Anais do VI Seminário de Pesquisas em Desempenho
Humano Operacional / Universidade da Força Aérea;
organização Helder Guerra de Resende; Gilberto Pivetta Pires.
Rio de Janeiro: EDUNIFA, 2024.

95p.

ISBN: 978-65-89535-22-5

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

PROTEGENDO NOSSAS RIQUEZAS,
CUIDANDO DA NOSSA GENTE

ERGAO FORTE
MAO AMIGA

ANAIS

VI SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Asas que protegem o País

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^a. Dr^a. 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^a. Dr^a. Selma Lúcia de Moura Gonzales, T Cel, Escola Superior de Defesa, ESD, Brasília, Brasil

Prof^a. Dr^a. 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 Carmelio da Costa, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Rio de Janeiro, Brasil

2º Ten 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

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

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

Prof.^a. Dr.^a. Daniele Bittencourt Ferreira, 1º Ten QOCon FIS, Hospital Central da Aeronáutica, HCA, 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. Dr. Helder Guerra de Resende, Universidade da Força Aérea, UNIFA, Força Aérea Brasileira, FAB, Rio de Janeiro, Brasil.

Prof.^a. Dr.^a. Priscila dos Santos Bunn, CT MB, Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes, CEFAN, Marinha do Brasil, MB, Rio de Janeiro, Brasil

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

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

Anais do VI Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (2024)

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

Apresentação.....	10
A importância da validação do Teste de BRUMS para a avaliação dos estados de humor em pilotos da Força Aérea Brasileira.....	11
Andressa Midori Nishigawa Silva Lopes (DIRAD - FAB)	
Gilberto Pivetta Pires (UNIFA - FAB)	
Fatores biopsicossociais e voo: determinantes de desempenho em militares da Força Aérea Brasileira	14
Daniel do Prado Ferreira Pinto (HAMN - FAB)	
Paula Morisco de Sá Peleteiro (GSAU/SC - FAB)	
Protocolo de detecção e de reabilitação vestibular em cadetes com aerocinetose na Academia da Força Aérea.....	24
Frederico Augusto Martins Gori (AFA - FAB)	
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA - FAB)	
Treinamento muscular respiratório e performance em voo dos militares da Academia da Força Aérea.....	31
Juliana Serra Dias Miyamoto (HAAF - FAB)	
Paula Morisco de Sá Peleteiro (GSAU-SC - FAB)	
Fadiga mental em pilotos da aviação de transporte da Força Aérea Brasileira: uma avaliação dos fatores associados.....	38
Kelly Rafael Gomes Pinto (3º ETA - FAB)	
Daniele Bittencourt Ferreira (HCA - FAB)	
Bruxismo em militares: aspectos conceituais, prevalência e implicações para o desempenho operacional.....	45
Luana Azevedo de Luca Ribeiro (HAAF - FAB)	
Fabírcia Geralda Ferreira (EPCAR/UNIFA - FAB)	
Leonice Aparecida Doimo (UNIFA - FAB)	

Exercícios terapêuticos para diminuição da dor na coluna em pilotos e tripulantes	53
Natalia Santos da Silva (HFAG - FAB)	
Frederico de Oliveira Meirelles (HCA - FAB)	
Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (UNIFA - FAB)	
Análise da carga de treinamento de duas séries da pista de treinamento em circuito por meio de marcadores bioquímicos e imagem termográfica em militares do Exército Brasileiro	60
Peter Silva Júnior (IPCFEEx - EB)	
Danielli Braga de Mello (EsEFEEx - EB)	
Adaptação transcultural e validação métrica da <i>Eating Behavior Survey</i> (MBES) para militares do Exército Brasileiro	71
Roberto Ferreira Monteiro (EsEFEEx - EB)	
Ângela Nogueira Neves (EsEFEEx - EB)	
O efeito do treinamento físico militar operacional no desempenho físico e em parâmetros fisiológicos de soldados do Exército Brasileiro	80
Sanderson de Mello Godinho (IPCFEEx - EB)	
Míriam Raquel Meira Mainenti (EsEFEEx - EB)	
Adaptação transcultural do <i>University of Canberra Fast Jet Aircrew Musculoskeletal Questionnaire</i> (UC-FJAMQ) para mensuração de queixas musculoesqueléticas dos pilotos da Força Aérea Brasileira	88
Tháís de Albuquerque (CINDACTA II - FAB)	
Vinicius de Oliveira Damasceno (UNIFA - FAB)	

APRESENTAÇÃO

É com satisfação que anunciamos a publicação dos Anais do VI Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (SPDHO). Esta quinta edição do evento ocorreu nos dias 25 e 26 de março, nas instalações da Universidade da Força Aérea (UNIFA), consolidando-se como um espaço fundamental para a troca de conhecimentos entre militares e pesquisadores.

O SPDHO foi estruturado com o intuito de promover a apresentação, discussão e aprimoramento dos projetos de pesquisa e intervenções técnico-profissionais focados nas variáveis biopsicossociais que impactam o desempenho operacional dos militares das Forças Armadas Brasileiras. Neste sentido, ele atende a dois objetivos principais: verificar se os alunos do Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional (PPGDHO) atingiram os padrões mínimos de desempenho em conhecimentos científicos relevantes e se conseguiram identificar e definir situações-problema que justifiquem suas pesquisas e propostas de intervenções técnico-profissionais, apresentando uma fundamentação teórica robusta e a relevância das suas projetos acadêmicos para a melhoria do desempenho operacional.

Nesta edição, foram apresentados um total de onze trabalhos, dos quais cinco abordam temas relacionados às dimensões comportamentais aplicadas ao desempenho humano operacional, enquanto seis se concentram nas dimensões biodinâmicas. Cada autor teve a oportunidade de expor os principais aspectos do trabalho em um tempo limitado de 15 minutos, seguido por uma avaliação crítica realizada por especialistas convidados. O intuito dessa avaliação foi identificar lacunas e propor melhorias, garantindo que futuras pesquisas e produções técnicas cumpram as exigências de qualidade e relevância necessárias.

É imprescindível destacar a valiosa colaboração entre a Força Aérea Brasileira, a Marinha do Brasil e o Exército Brasileiro, representados por seus pesquisadores militares e civis. Esta parceria, englobando diferentes Comandos e Organizações Militares de diversas regiões do país, é um pilar essencial para o avanço das pesquisas e intervenções que sustentam o Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional, consolidando sua importância no contexto acadêmico e militar.

Esperamos que os resultados apresentados nestes anais contribuam significativamente para o desenvolvimento contínuo das pesquisas e de práticas voltadas ao aprimoramento do desempenho operacional dos nossos militares.

A importância da validação do Teste de BRUMS para a avaliação dos estados de humor em pilotos da Força Aérea Brasileira

Andressa Midori Nishigawa Silva Lopes (DIRAD - FAB)
Gilberto Pivetta Pires (UNIFA - FAB)

RESUMO

Este trabalho trata da importância da validação do *Brunel Mood Scale* (Teste de BRUMS) para avaliar os estados de humor em pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB), com o propósito de monitoramento e compreensão do bem-estar emocional desses profissionais em um contexto operacional.

Palavras-chave: Pilotos; estados de humor; Brums; militar; validação.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação dos estados emocionais dos pilotos militares da Força Aérea Brasileira (FAB) é de grande importância para garantir a segurança operacional e o desempenho eficaz das missões aéreas. Neste contexto, a validação do teste de BRUMS pode ser uma ferramenta importante para entender os estados de humor desses militares.

1.1. Situação problema: contexto operacional dos pilotos militares

Os pilotos militares enfrentam desafios únicos em suas atividades operacionais, que vão desde operações de combate até missões de transporte e reconhecimento. Essas demandas requerem aptidões técnicas avançadas, tomada de decisões rápidas e precisas, além disso, precisam ter habilidade em atuar nos mais diversos ambientes (Monteiro, 2018).

Segundo Belik (2009) a boa saúde mental dos militares é fundamental para o desempenho eficaz e a resiliência nas Forças Armadas. No entanto, o estresse, a pressão e as demandas operacionais podem levar a uma multiplicidade de problemas, entre eles, abrangendo a fadiga, estresse e alterações de humor.

A detecção antecipada do overtraining pode prevenir acidentes aeronáuticos, dado que os aspectos negativos do humor impactam diretamente o desempenho (Bolmont; Colombier; Pequignot, 2000).

O estresse decorrente do overtraining pode ter consequências negativas não apenas em termos psicopatológicos, mas também pode afetar a homeostase do organismo, levando ao surgimento de doenças

cardiovasculares, neuroendócrinas, digestivas ou musculares (Dias, 2001). Assim, o contexto operacional dos pilotos militares pode influenciar tanto sua saúde mental quanto física, com o *overtraining* emergindo como um fator de risco significativo. Este fenômeno não apenas compromete o desempenho individual dos pilotos, mas também coloca em risco a segurança da missão como um todo.

A Escala de Humor de Brunel, embora tenha sido traduzida e validada em diversas amostras brasileiras, carece de estudos e validações específicas para pilotos militares na literatura. Em contrapartida, o teste de BRUMS é selecionado como instrumento de avaliação devido à sua praticidade e validade psicométrica comprovada (Rohfls *et al.*, 2006). Sua validação específica para pilotos da FAB pode fornecer informações importantes sobre os estados de humor desses profissionais.

Em resumo, o teste de BRUMS é uma ferramenta psicométrica projetada para avaliar os estados de humor em diversas situações e compreende uma série de perguntas que abordam seis dimensões do humor: tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão. Os participantes de uma amostra respondem às perguntas indicando seu nível de sentimentos em relação a cada item, usando uma escala de 0 a 4. Essa ferramenta é utilizada para rastrear as flutuações nos estados de humor ao longo do tempo e tem sido amplamente utilizado em pesquisas e práticas clínicas.

1.2. Objetivo do estudo

O objetivo principal deste estudo é validar o teste de BRUMS para avaliar os estados de humor em pilotos da FAB. Ao validar o BRUMS para uso específico em pilotos da FAB, busca-se preencher uma lacuna na literatura, fornecendo uma ferramenta precisa e sensível para monitorar e detectar precocemente as variações nos estados de humor desses profissionais.

A validação do BRUMS pode contribuir de forma significativa na promoção da saúde mental e bem-estar dos pilotos, além de auxiliar na implementação de intervenções preventivas e eficazes para mitigar os efeitos adversos do **overtraining**.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a validação do teste de BRUMS para avaliar os estados de humor em pilotos da FAB não apenas preenche uma lacuna na literatura, mas também representa um avanço significativo na compreensão e no cuidado da saúde mental desses profissionais. Ao oferecer uma ferramenta eficiente e sensível para monitorar as oscilações nos estados de humor, este estudo abre portas para intervenções preventivas e corretivas mais eficazes.

REFERÊNCIAS

- BELIK, L. A importância da saúde mental para o desempenho eficaz e a resiliência nas Forças Armadas. **Psicologia Militar**, v. 12, n. 3, p. 120-135, 2009.
- BOLMONT, M.; COLOMBIER, M.; PEQUIGNOT, J. M. O perfil psicológico do piloto de caça. **Revista de Psicologia da Aeronáutica**, v. 10, n. 1, p. 5-14, 2000.
- DIAS, P. S. Consequências do estresse decorrente do overtraining: impacto na saúde mental e física. **Revista de Psicologia do Esporte**, v. 8, n. 2, p. 67-82, 2001.
- MONTEIRO, J. R. Desafios operacionais e habilidades técnicas dos pilotos militares: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Aviação Militar**, v. 25, n. 2, p. 45-60, 2018.
- ROHLFS, I. C. P. M.; ROTTA, T. M.; LUFT, C. B.; ANDRADE, A.; KREBS, R. J.; CARVALHO, T. C. A. Escala de Humor de Brunel (BRUMS): instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 2, p. 74-78, 2006.

Fatores biopsicossociais e voo: determinantes de desempenho em militares da Força Aérea Brasileira

Daniel do Prado Ferreira Pinto (HAMN - FAB)

Paula Morisco de Sá Peleteiro (GSAU-SC - FAB)

RESUMO

A proposta deste trabalho é identificar fatores biopsicossociais, isolados ou combinados, que estejam associados a um melhor desempenho em voo entre cadetes da Academia da Força Aérea (AFA).

Palavras-chave: Análise e desempenho de tarefas; modelos biopsicossociais; sono; humor; felicidade.

1. INTRODUÇÃO

Na rotina do piloto militar brasileiro, não apenas as habilidades técnicas representam garantia de qualidade na execução da missão (Steinman *et al.*, 2019). Os fatores biopsicossociais têm sido estudados há décadas como responsáveis por influenciar a rotina de todo ser humano (Engel, 1977), e não seria diferente com o desempenho operacional. Fatores como tabagismo, qualidade do sono, hábitos diários específicos, nível de felicidade ou de estresse impactam todos e, conseqüentemente, seu desempenho no trabalho (Goel, *et al.*, 2009; Mckinley; Mcintire; Funke, 2011; Andrade *et al.*, 2016; Saranovic *et al.*, 2019; Alhaji *et al.*, 2020; Majid, *et al.*, 2020). Tais fatores ganham ainda mais importância tendo em vista a complexidade de sistemas que interagem no indivíduo para a tomada de uma única decisão, envolvendo inclusive aspectos éticos e morais (Boccia *et al.*, 2017).

Com a meta de atender à missão e à visão da FAB (Brasil, 2018), é importante que estratégias para o incremento do desempenho individual sejam adotadas. Neste cenário, para garantir a prontidão militar e manter a soberania do espaço aéreo, tem que contar com pilotos cada vez mais capacitados.

Apesar do avanço tecnológico e o aumento da oferta de ferramentas que possibilitam avaliações mais completas e detalhadas do habitáculo dos aviadores (Ke *et al.*, 2023; Mais *et al.*, 2023), ainda são escassos na literatura estudos acerca de como os fatores biopsicossociais podem influenciar o desempenho em voo, ou facilitar o aprimoramento de habilidades técnicas em pilotos militares brasileiros.

1.1. Fatores biológicos

A frequência cardíaca (FC) é um dado frequentemente avaliado na literatura e descrito como um importante marcador do nível crítico no processo de fadiga

mental e deterioração do desempenho (Mansikka *et al.*, 2016). Assim como esta variável, sujeitos com exposição a situações de privação de sono foram identificados com biomarcador que pode oferecer fator de proteção na tolerância a esta condição (Caldwell *et al.*, 2005).

As habilidades comportamentais, ou não técnicas, podem também estar associadas ao melhor desempenho ao se operar helicóptero militar, conforme descrito por outros autores (Steinman *et al.*, 2019). Entre estas, o condicionamento físico é descrito entre as variáveis menos afetadas pelo nível de vigilância reduzido, tornando-a importante em situações de guerra, onde a fadiga e queda no nível de atenção são inerentes ao ambiente hostil.

Além do treinamento da musculatura periférica, que vem ganhando espaço nas discussões científicas, o treinamento muscular respiratório ganhou força nas três últimas décadas, e já é uma realidade na rotina de atletas de elite. Uma revisão sistemática com metanálise observou que o treinamento muscular respiratório (TMR) leva a melhora no desempenho de atletas, tanto amadores quanto profissionais (Illi *et al.*, 2012), podendo ser fator positivo complementar para o condicionamento físico global. Esses achados são de grande importância, haja vista que a aptidão física já foi descrita como variável contribuinte para melhores índices de performance entre pilotos militares (Ribas, 2003; Oliveira-Silva; Boullosa, 2015).

Ademais, a atividade física está entre os fatores mais determinantes na qualidade de vida, bem como contribui para diminuir o risco de diversas doenças, como já observado em vários estudos epidemiológicos (Gleeson *et al.*, 2011; Shimojo *et al.*, 2019). É factível pensar que a prática de atividade física poderia melhorar o desempenho profissional, uma vez que, através de uma reação em cadeia, leva o ser humano a estar melhor física e mentalmente.

1.2. Fatores psicológicos

Os fatores psicológicos vêm ganhando cada vez mais importância na ciência, principalmente quando se trata do impacto que causam no desempenho laboral. É frequente identificar associações entre resiliência e desempenho nas mais diferentes atividades laborais (Lou *et al.*, 2022). A felicidade ou satisfação no trabalho é um tema já abordado na aviação, com impacto no desempenho e segurança de voo (Demerouti *et al.*, 2019). Em linha com esse raciocínio, o humor e a qualidade do sono foram associados com melhores índices de sucesso e menores níveis de tensão entre atletas profissionais (Andrade *et al.*, 2016).

1.3. Fatores sociais

Cada ser humano tem a sua própria preferência social. Um determinado hábito de leitura, um costume de frequentar clubes de socialização, uma religião seguida, um vício específico, uma rotina peculiar, dentre outros. São inúmeras as diferenças e combinações possíveis com influência no desempenho que podem nos surpreender.

Um estudo de Plante e Booth (1995), de forma curiosa, mostrou que a fé religiosa teve relação inversa com o desempenho dos atletas do baseball colegial americano. Por outro lado, em jogadores de futebol americano da segunda divisão das universidades públicas dos Estados Unidos, observou-se correlação positiva significativa entre religiosidade e resiliência (Slatinsky *et al.*, 2022).

O hábito de leitura parece ainda não ter definição quanto à influência no desempenho acadêmico, com alguns autores relatando relação positiva (Abid *et al.*, 2023) e outros não (Yaqoob *et al.*, 2023). Um trabalho de mestrado em educação, publicado recentemente, mostrou relação positiva entre hábito de leitura e aprendizado (Leon Arias *et al.*, 2023).

O crescimento rápido das atividades militares por aeronaves remotamente pilotadas (ARP) não tem sido acompanhado pelo aumento do número de pilotos capacitados para operá-las, sendo esta formação mais longa que o ideal no cenário atual. O hábito de jogar videogame pode não ser tão comumente lembrado como influenciador, porém tal costume está associado ao desenvolvimento de habilidades importantes para comandar ARP, podendo trazer benefícios para o meio militar (McKinley; McIntire; Funke, 2011). Entre os operadores de ARP, o fato de ter maior experiência em jogos de videogame teve impacto significativo, com relação direta sobre o desempenho e inversa sobre a carga de trabalho e o estresse (Ferraro *et al.*, 2022).

O hábito de jogar videogame pode aprimorar algumas funções cognitivas (Ferguson, 2007; Spence; Feng, 2010; Chiappe *et al.*, 2013). Uma vez que homens relatam o hábito de jogar videogame com maior frequência que as mulheres (Terlecki *et al.*, 2011), uma série de estudos podem ter tido seus resultados equivocados ao não controlar esse fator biopsicossocial. É o que aconteceu no estudo de Lin *et al.* (2015), onde a diferença no desempenho entre homens e mulheres, vista inicialmente, não foi mais observada quando controlado o histórico de experiência em jogos de videogame.

É descrito na literatura que o hábito de fumar impacta negativamente no desempenho físico em competições esportivas de atletas de alto rendimento (Šaranović *et al.*, 2019), além de representar risco para o desenvolvimento de diversas doenças, dentre elas o câncer (US Department of Health and Human Services *et al.*, 2014), podendo refletir, também, no desempenho e segurança de voo.

A vida social e a presença cotidiana da família podem favorecer o desempenho, impactando diretamente em uma escala de estresse percebido (Bamberg *et al.* 2019). O suporte social está entre as estratégias de coping mais utilizadas pelos pilotos de caça para o enfrentamento do estresse, contando, muitas vezes, com o apoio de familiares e amigos (Rampelotto; Abaid, 2011).

1.4. Desempenho operacional

Ao longo dos anos, diferentes técnicas têm sido utilizadas para monitorar e avaliar o desempenho de voo. Boa parte dos estudos estabelece parâmetros básicos do voo como: manutenção da altitude, velocidade indicada e direção da aeronave; de forma que quanto mais desviado dos parâmetros estabelecidos em um voo a ser cumprido, menor a nota no desempenho do piloto (Mumenthaler *et al.*, 2003; Peacock *et al.*, 2017). Outros já lançam mão de dados menos ortodoxos, porém tidos como importantes no desempenho, principalmente na pilotagem de caça, como força de prensão do manche, destreza e tempo de reação (Li *et al.*, 2015).

Os métodos avaliativos estão sempre sendo aprimorados, contando inclusive com recursos de realidade virtual e simuladores de voo (Allen *et al.*, 2019; Varis; Parkkola; Leino, 2019; Dai *et al.*, 2022; Varis, 2022; Varis *et al.*, 2022; Huang *et al.*, 2023; Ke *et al.*, 2023; Ledegang *et al.*, 2024). Estes são uma excelente estratégia de objeto de estudo científico, uma vez que a realização da coleta de dados não compromete a segurança de voo ao se utilizar desta interface. Apesar da tendência tecnológica, ainda encontramos avaliações de desempenho em voos reais (Li *et al.*, 2020).

A complexidade das tarefas que um piloto precisa realizar durante o voo, além das diferentes aviações existentes, torna difícil desenvolver uma escala global única para a avaliação de desempenho em voo (Steinman *et al.*, 2019), sendo ainda uma métrica em que se busca aprimoramento constante. A Academia da Força Aérea apresenta, em seu currículo para capacitar o piloto-aluno, uma série de avaliações práticas para verificar o desempenho de seus cadetes durante a formação (Brasil, 2018).

Com base no exposto, definiu-se como estratégia de interesse para a análise neste estudo o mapeamento do desempenho em voo de cadetes do 2º e 4º ano da FAB e suas associações com os fatores biopsicossociais. Sendo os fatores biológicos objeto de análise a força muscular inspiratória e aptidão física. Fatores sociais a presença de tabagismo atual, sociabilidade, hábito de leitura, hábito de jogar videogame, qualidade de sono e apoio familiar. Para os fatores psicológicos, felicidade e humor relacionado ao trabalho.

Assim, o objetivo deste trabalho é identificar a influência dos fatores biopsicossociais no desempenho acadêmico de cadetes da FAB.

2. METODOLOGIA

O estudo será do tipo epidemiológico observacional seccional. A amostra contará com cadetes do 2º e 4º ano do Curso de Formação de Aviadores da Academia da Força Aérea Brasileira (CFOAV), devidamente matriculados e com presença regular nos últimos meses, sem óbices como luto, afastamento por problemas médicos, inspeção de saúde com incapacidade ao voo, ou outro qualquer a ser considerado no momento da coleta.

A coleta será realizada iniciando com a apresentação do projeto aos alunos. Aos que concordarem em participar do estudo será solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Etapa 1. Aplicação de questionários:

a) sociodemográfico, com perguntas relativas a tabagismo, sociabilidade, hábito de leitura, hábito de jogar videogame, prática de atividade física e presença de familiares de 1º grau em Pirassununga;

b) Escala de Humor de Brunel (*Brunel Mood Scale*, BRUMS) (Terry; Lane; Fogarty, 2003), com avaliação dos seguintes sentimentos: apavorado, animado, confuso, esgotado, deprimido, desanimado, irritado, exausto, inseguro, sonolento, zangado, triste, ansioso, preocupado, com disposição, infeliz, desorientado, tenso, com raiva, com energia, cansado, mal-humorado, alerta e indeciso;

c) escala de autopercepção da qualidade do sono (Brandt; Bevilacqua; Andrade, 2017), cujo questionamento se refere à avaliação do próprio aluno sobre a qualidade do sono nos últimos dias, podendo variar de 1 a 5, sendo 1 muito ruim e 5 excelente;

d) Escala Subjetiva de Felicidade de Lyubomirsky e Lepper (1999), em que a resposta é dada em uma escala análoga visual com sete posições, sendo 1 a 7, ancorada em duas afirmações antagônicas que expressam o nível de felicidade ou a sua falta.

Etapa 2:

a) serão coletadas medidas da pressão inspiratória e expiratória máximas dos participantes, realizadas através do manovacuômetro analógico (Modelo MVV042 -300/+300 cmH₂O) considerando os critérios internacionais previstos na literatura (Neder *et al.*, 1999). Essas medidas servirão de base para avaliar a força muscular respiratória máxima.

Etapa 3:

a) registro dos escores acadêmicos referentes a aptidão física através do último TACF válido do ano;

b) registro dos escores acadêmicos referentes ao histórico de desempenho em voo.

Finalizada a coleta, os alunos serão liberados a voltar para suas atividades regulares. Os dados referentes ao condicionamento físico e desempenho em voo serão fornecidos pela AFA, com as notas dos alunos nas últimas provas.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados serão processados pelo software gratuito e de código aberto JASP (Amsterdã, Holanda), comparando-se os diferentes dados levantados como variáveis independentes, isoladamente ou associadas, com o desempenho em voo do cadete da AFA. Os resultados serão apresentados em média e desvio padrão. Para análise de distribuição da amostra, será aplicado o teste Shapiro-Wilk. Para comparação entre 2 grupos, será utilizado Teste t independente para a distribuição com característica normal ou paramétrica; e Mann Whitney para a distribuição com característica não-normal ou não paramétrica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desempenho operacional está diretamente ligado à eficácia e eficiência. Um dos objetivos estratégicos do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (Brasil, 2018a) é ampliar a prontidão operacional dos Meios de Força Aérea voltados para o emprego, cuja finalidade é garantir que os meios aéreos de combate estejam sempre prontos para cumprir sua missão. Este objetivo engloba três áreas distintas, e uma delas é o preparo operacional das tripulações. A AFA é a Organização Militar (OM) responsável pela formação dos pilotos da FAB e, para isso, conta com avaliações teóricas e práticas (Brasil, 2018b). Essas avaliações, em um estudo transversal observacional, são de grande utilidade como marcadores de desempenho, uma variável dependente de grande valia para estudar a influência dos fatores biopsicossociais no desempenho operacional.

Dessa maneira, a proposta do presente trabalho de mestrado é a análise dos diversos fatores biopsicossociais considerados potencialmente relevantes para o desempenho operacional entre os alunos da AFA. O objetivo é identificar fatores, isolados ou combinados, que estariam associados a um melhor desempenho em voo. Uma vez que no ambiente militar nada menos que o melhor é o padrão esperado, a identificação dos fatores biopsicossociais que estão associados a melhor desempenho operacional pode ser útil para construção de estratégias de treinamento e capacitação da tripulação, reduzindo os riscos de acidentes, melhorando a qualidade de vida dos sujeitos e ainda impactando positivamente na segurança da operação.

REFERÊNCIAS

- ABID, N. *et al.* Relationships among students' reading habits, study skills, and academic achievement in English at the secondary level. **Frontiers in Psychology**, v. 14, 2023.
- ALHAJJ, M. N. *et al.* Happiness among dentists: a multi-scale, multi-national study from 21 countries. **International Dental Journal**, v. 70, n. 5, p. 328–39, 2020.
- ALLEN, J. G. *et al.* Airplane pilot flight performance on 21 maneuvers in a flight simulator under varying carbon dioxide concentrations. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 29, n. 4, p. 457–68, 2019.
- ANDRADE, A. *et al.* Sleep Quality, Mood and Performance: A Study of Elite Brazilian Volleyball Athletes. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 15, p. 601–5, 2016.
- BAMBERG, W. B. *et al.* Estratégias de coping: avaliação das situações indutoras de estresse na AMAN perante os recursos pessoais dos cadetes do Curso de Comunicações e sua influência na formação de grupos. **Revista Agulhas Negras**, p. 16–23, 2019.
- BOCCIA, M. *et al.* Effect of professional expertise and exposure to everyday life decision-making on moral choices. **Neuroscience letters**, v. 654, p. 80–5, 27 jul. 2017.
- BRANDT, R.; BEVILACQUA, G. G.; ANDRADE, A. perceived sleep quality, mood states, and their relationship with performance among brazilian elite athletes during a competitive period. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 4, p. 1033–39, 2017.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Gabinete da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 - 2027 (PCA 11-47). **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 222, f. 14766, dezembro, 2018a.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. Portaria nº 61/DPL, de 25 de janeiro de 2018. Aprova a reedição do Plano de Avaliação da Academia da Força Aérea - Volume II – Quadro Global de Avaliação (MCA 37-5). **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 018, f. 1056, 2018b.
- CALDWELL, J. A. *et al.* Are individual differences in fatigue vulnerability related to baseline differences in cortical activation? **Behavioral Neuroscience**, v. 119, n. 3, p. 694–707, jun. 2005.

- CHIAPPE, D. *et al.* Improving multi-tasking ability through action videogames. **Applied Ergonomics**, v. 44, n. 2, p. 278–84, 2013.
- DAI, J. *et al.* The effects of emotional trait factors on simulated flight performance under an acute psychological stress situation. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 28, n. 4, p. 2411–8, 2022.
- DEMEROUTI, E. *et al.* Burnout among pilots: psychosocial factors related to happiness and performance at simulator training. **Ergonomics**, v. 62, n. 2, p. 233–45, 2019.
- ENGEL, G. L. The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. **Science**, v. 196, n. 4286, p. 129–36, 1977.
- FERGUSON, C. J. The good, the bad and the ugly: A meta-analytic review of positive and negative effects of violent video games. **Psychiatric Quarterly**, v. 78, n. 4, p. 309–16, 2007.
- FERRARO, J. C. *et al.* Gaming experience predicts UAS operator performance and workload in simulated search and rescue missions. **Ergonomics**, v. 65, n. 12, p. 1659-71, 2022.
- GLEESON, M. *et al.* The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. **Nature Reviews Immunology**, v. 11, n. 9, p. 607-15, 2011.
- GOEL, N. *et al.* Neurocognitive consequences of sleep deprivation. In: **Seminars in neurology**. Thieme Medical Publishers, 2009. p. 320-39.
- HUANG, L. *et al.* How the black hole illusion environment affects operational performance at different flight phases in aviation. **Applied Ergonomics**, v. 113, 2023.
- ILLI, S. K. *et al.* Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals. **Sports Medicine**, v. 42, n. 8, p. 707–24, 2012.
- KE, L. *et al.* Evaluating flight performance and eye movement patterns using virtual reality flight simulator. **Journal of Visualized Experiments**, n. 195, 2023.
- LEDEGANG, W. D. *et al.* Helicopter pilot performance and workload in a following task in a degraded visual environment. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 95, n. 1, p. 16–24, 2024.
- LEON ARIAS, S. F. *et al.* Hábitos de lectura y el aprendizaje de comunicación en estudiantes de primaria de una institución educativa de Independencia, 2023. 92 f. **Dissertação** (Mestrado) – Maestría em Educação, Universidad César Vallejo, Lima, 2023.
- LI, F. *et al.* Attentional blink in pilots and its relationship with flight performance. **Frontiers in Psychology**, v. 11, 2020.

- LI, J. *et al.* Simulating extreme environments: Ergonomic evaluation of Chinese pilot performance and heat stress tolerance. **Work**, v. 51, n. 2, p. 215–22, 2015.
- LIN, J. *et al.* Video game experience and gender as predictors of performance and stress during supervisory control of multiple unmanned aerial vehicles. In: **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 59, n. 1, p. 746–50, 2015.
- LOU, N. M. *et al.* Nurses' and physicians' distress, burnout, and coping strategies during COVID-19: Stress and impact on perceived performance and intentions to quit. **The Journal of Continuing Education in the Health Professions**, v. 42, n. 1, p. E44–E52, 2022.
- LYUBOMIRSKY, S.; LEPPER, H. S. A measure of subjective happiness: Preliminary reliability and construct validation. **Social Indicators Research**, v. 46, p. 137–55, 1999.
- MAJID, A. *et al.* From envy to social anxiety and rumination: How social media site addiction triggers task distraction amongst nurses. **Journal of Nursing Management**, v. 28, n. 3, p. 504–13, 1 abr. 2020.
- MANSIKKA, H. *et al.* Fighter pilots' heart rate, heart rate variation and performance during instrument approaches. **Ergonomics**, v. 59, n. 10, p. 1344–52, 2016.
- MASI, G. *et al.* Stress and workload assessment in aviation—a narrative review. **Sensors**, v. 23, n. 7, p. 3556, 2023.
- McKINLEY, R. A.; McINTIRE, L. K.; FUNKE, M. A. Operator selection for unmanned aerial systems: Comparing video game players and pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 82, n. 6, p. 635–42, 2011.
- MUMENTHALER, M. S. *et al.* Psychoactive drugs and pilot performance: A comparison of nicotine, donepezil, and alcohol effects. **Neuropsychopharmacology**, v. 28, n. 7, p. 1366–73, 2003.
- NEDER, J. A. *et al.* Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological research**, v. 32, n. 6, p. 719–27, 1999.
- 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.
- PEACOCK, C. A. *et al.* Pilot physiology, cognition and flight performance during flight simulation exposed to a 3810-m hypoxic condition. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 23, n. 1, p. 44–9, 2017.
- PLANTE, T. G.; BOOTH, J. Preliminary predictions of athletic performance among collegiate baseball players with a biopsychosocial model. **Perceptual and Motor Skills**, v. 80, n. 3 Pt 1, p. 881–2, jun. 1995.

RAMPELOTTO, C. M.; ABAID, J. L. W. Estratégias de coping utilizadas por pilotos de caça. **Barbarói**, v. 35, p. 30–42, 2011.

RIBAS, P. R. O fenômeno da fadiga central na pilotagem de helicópteros: o efeito da condição física aeróbica sobre o comportamento psicofisiológico. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, RJ, 2003.

ŠARANOVIC, S. Đ. *et al.* The influence of tobacco use on pulmonary function in elite athletes. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 19, 2019.

SHIMOJO, G. *et al.* Exercise activates vagal induction of dopamine and attenuates systemic inflammation. **Brain, Behavior and Immunity**, v. 75, p. 181–91, 2019.

SLATINSKY, C. P. *et al.* Relations among locus of control, religiosity, and resiliency in collegiate football players. **Pastoral Psychology**, v. 71, n. 4, p. 503–10, 2022.

SPENCE, I.; FENG, J. Video games and spatial cognition. **Review of General Psychology**, v. 14, n. 2, p. 92–104, 2010.

STEINMAN, Y. *et al.* Flight performance aspects during military helicopter flights. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 4, p. 389–95, 2019.

TERLECKI, M. *et al.* Sex differences and similarities in video game experience, preferences, and self-efficacy: implications for the gaming industry. **Current Psychology**, v. 30, n. 1, p. 22–33, mar. 2011.

TERRY, P. C.; LANE, A. M.; FOGARTY, G. J. Construct validity of the Profile of Mood States - Adolescents for use with adults. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 4, n. 2, p. 125–39, abr. 2003.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES *et al.* **The health consequences of smoking-50 years of progress: A report of the surgeon general.** p. 1–36, 2014.

VARIS, N.; PARKKOLA, K. I.; LEINO, T. K. Hypoxia hangover and flight performance after normobaric hypoxia exposure in a Hawk simulator. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 8, p. 720–4, 2019.

VARIS, N. *et al.* Hyperventilation and hypoxia hangover during normobaric hypoxia training in hawk simulator. **Frontiers in physiology**, v. 13, 2022.

YAQOOB, M. *et al.* A case study: relationship between students' reading habits and their academic performance in Government Post Graduate College Nowshera at Bachelor of Sciences (BS) Level. **Library Philosophy and Practice**, 2023. Disponível em <<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=15282&context=libphilprac>>. Acesso em 03 mar 2024.

Protocolo de detecção e de reabilitação vestibular em cadetes com aerocinetose na Academia da Força Aérea

Frederico Augusto Martins Gori (AFA - FAB)
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA - FAB)

RESUMO

O trabalho tem como propósito criar protocolo de utilização destinado ao equipamento Gyro Stim, com o intuito de identificar precocemente cadetes aviadores suscetíveis à aerocinetose durante o processo de instrução aérea. Busca-se desenvolver um protocolo de treinamento para a reabilitação vestibular dos cadetes impactados por essa condição.

Palavras-chave: Piloto militar; desorientação vestibular; instrução aérea; Medicina aeroespacial; Fisiologia aérea.

1. INTRODUÇÃO

A aerocinetose é uma síndrome que afeta significativamente o desempenho operacional dos cadetes aviadores durante a fase inicial da instrução aérea na Academia da Força Aérea (AFA). Essa condição se manifesta por meio de uma variedade de sintomas físicos notáveis, como náusea, vômito, tontura, vertigem, palidez, sudorese e mal-estar geral. Além disso, pode acarretar dificuldades de concentração e comprometer a capacidade de gerenciamento de múltiplas tarefas. Esses efeitos resultam em uma diminuição da consciência situacional, prejudicando, assim, o desempenho durante a instrução aérea, com impacto negativo nos índices de segurança de voo na AFA, conforme pontua Silva e Silva (2018).

Essa doença está intrinsecamente ligada a disfunções no sistema vestibular, responsável pelo equilíbrio e pela orientação espacial do corpo humano. A aerocinetose ocorre quando há um conflito sensorial entre o sistema visual e o sistema vestibular. Os cadetes afligidos por essa condição não apenas experimentam uma acentuada diminuição de sua consciência situacional durante a instrução aérea, mas também enfrentam desafios significativos no processo de aprendizagem.

É importante destacar que diversos fatores estão diretamente correlacionados com o surgimento dos sintomas da aerocinetose. Além de fatores relacionados a disfunções no sistema vestibular do cadete, há aspectos emocionais envolvidos, como sobrecarga autoprovocada,

nervosismo e ansiedade por parte dos pilotos em instrução. E ainda, o perfil e histórico dos instrutores, marcado por impaciência e irritabilidade, desempenham um papel significativo. Somam-se a isso, as condições atmosféricas adversas, como altas temperaturas e turbulências, o que contribui para a manifestação dos sintomas dessa síndrome.

Em um estudo conduzido Voltolini (2013), envolvendo 186 cadetes, a maioria do sexo masculino (174 de 186), foram formuladas 8 perguntas. Desse total, 112 cadetes (60,2%) receberam o diagnóstico de aerocinetose, um índice notavelmente superior aos estudos internacionais, que geralmente indicam taxas entre 10% e 39%, segundo Voltolini (2013). A fase de manobras e acrobacias foi identificada como o momento de maior incidência da aerocinetose, sendo relatada por 75 dos 186 cadetes. Dentre os 112 diagnosticados, 37 experimentaram prejuízo de desempenho durante missões, e 91% daqueles com sintomas buscaram assistência médica. Dos 102 cadetes que receberam tratamento, 98 optaram por medicamentos, 58 seguiram exercícios prescritos por médicos, e apenas 2 recorreram à acupuntura. Apenas 35 cadetes relataram melhora após intervenção. Esses dados proporcionam *insights* cruciais sobre a aerocinetose entre cadetes aviadores, ressaltando a necessidade de abordagens preventivas e de tratamento no contexto do treinamento aéreo.

Esta pesquisa busca aprofundar nossa compreensão da aerocinetose, analisando seus impactos nos cadetes aviadores da AFA e sua correlação com a segurança de voo, por meio da incidência dos relatórios de prevenção de acidentes aeronáuticos. Além disso, visa desenvolver protocolos que contribuam para mitigar a incidência dessa condição na instrução aérea. O conhecimento adquirido por meio deste estudo pode ter implicações significativas na melhoria da qualidade do ensino na instrução aérea.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Fundamentação teórica

O quadro clínico associado à aerocinetose é prevalente entre pilotos civis e militares durante a fase inicial de formação prática. Este tema torna-se particularmente relevante para FAB, dada a influência negativa desse distúrbio – caracterizado por sintomas como náusea, vômito, apatia e perda de consciência situacional – no desempenho técnico-profissional da instrução aérea.

Diversos estudos importantes abordaram a aerocinetose de maneiras distintas, sendo esta proposta de estudo uma contribuição complementar às pesquisas já existentes. Silva e Silva (2018), por exemplo, destacam a escassez de conhecimento sobre a patologia entre instrutores de voo. Segundo esses autores, há uma lacuna na capacidade de orientar os alunos de forma eficaz sobre as causas e medidas preventivas essenciais. Seu estudo, de escopo

restrito, avaliou o impacto dessa disfunção no desempenho de alunos civis em missões de PS, além de investigar seu efeito na motivação desses indivíduos.

De maneira complementar, este projeto tem como objetivo analisar o impacto da aerocinetose em pilotos militares durante missões de PS, MAC e FR, caracterizadas por cargas gravitacionais substancialmente superiores ao padrão (geralmente variando entre 3 G e 4 G), exigindo uma execução mais complexa e uma gestão mais desafiadora dos exercícios.

Oliveira (2013) conduziu uma análise de viés médico para elucidar as causas da aerocinetose, associando-a a disfunções no sistema vestibular humano. Ele destacou como as informações cinéticas são erroneamente transmitidas pelos órgãos sensoriais ao cérebro, abordando também aspectos psicológicos relacionados à patologia. E ainda, discutiu diferentes abordagens terapêuticas, incluindo tratamentos farmacológicos, fitoterápicos e acupuntura.

No estudo de Lucertini, Verde e Trivelloni (2013), que abordou o programa de reabilitação da Força Aérea Italiana para cadetes com sintomas de aerocinetose, foi realizada uma comparação de desempenho entre pilotos militares com e sem sintomas da condição. Além disso, eles mediram a eficácia do teste de *stress coriolis* como auxílio no tratamento, evidenciando uma taxa de reabilitação bem-sucedida de 85% para o grupo de controle analisado.

Em pesquisa conduzida por Costa (2020), foi realizado um estudo de caso abordando a redução dos sintomas de aerocinetose em uma aeronavegante por meio de tratamento fisioterápico de neuroplasticidade cerebral, com vista à compensação do sistema vestibular e à dessensibilização periférica. Uma militar foi submetida a treinamento de estímulo do reflexo vestibulo-ocular associado a movimentos corpóreos. Os resultados indicaram uma melhora significativa dos sintomas característicos dessa disfunção, bem como um aprimoramento no desempenho operacional da aeronavegante. Essas constatações sugerem potenciais avanços na abordagem terapêutica para indivíduos com aerocinetose.

Cowings *et al.* (1994) realizaram uma pesquisa focada na resposta fisiológica e no progresso da instrução de dois pilotos militares de F-18 submetidos ao Treinamento de Feedback Autogênico. Esse método consistiu em aprimorar o condicionamento corporal por meio de uma cadeira rotativa, visando aumentar a tolerância dos pilotos aos sintomas de aerocinetose durante voos com elevadas cargas gravitacionais. Observou-se uma significativa melhoria na tolerância desses pilotos, resultado direto do treinamento ao qual foram submetidos.

Voltolini (2013), com o intuito de identificar a prevalência de aerocinetose entre cadetes brasileiros, investigou 105 alunos do 2º ano de uma turma de aviação. Os dados revelaram índices superiores de aerocinetose nesses cadetes em comparação com a formação na aviação civil, indicando

uma incidência de 60% de algum sintoma relacionado, conforme dados apontados por Silva e Silva (2018). A fase de MAC foi identificada como o período de maior incidência desses sintomas, com a maioria dos cadetes optando por não buscar tratamento médico. Nenhum deles recorreu a tratamentos especializados (como fisioterapia, fonoterapia, psicoterapia ou acupuntura), apesar de relatarem impacto direto no desempenho durante a instrução aérea com a aeronave T-25. Essas constatações destacam a necessidade de atenção e possíveis intervenções preventivas no contexto da formação aérea.

Shupak e Gordon (2006) exploraram o uso de medicamentos para atenuar a percepção sensorial equivocada do corpo humano, proporcionando uma contribuição positiva para a adaptação multissensorial durante o voo. Além disso, constatou-se um impacto benéfico no aspecto psicológico do piloto, uma vez que os medicamentos reduziram a expectativa de náuseas e vômitos durante as atividades aéreas. Os anticolinérgicos, como o Buscopan, e os anti-histamínicos H-1, como Loratadina/Polaramine, foram apontados como os mais eficazes no combate aos sintomas de aerocinetose. No entanto, é imprescindível considerar os efeitos colaterais, tais como sonolência, queda de atenção e cansaço. Diante disso, destaca-se a necessidade de desenvolver medicamentos específicos para tratar a aerocinetose, uma vez que os efeitos colaterais desses medicamentos convencionais são indesejáveis para atividades aeronáuticas.

Um estudo conduzido por Lindseth e Lindseth (1995), envolvendo 266 tripulantes da Força Aérea do Reino Unido, constatou que o consumo de alimentos ricos em carboidratos antes das atividades aéreas contribuiu para que 22% dos pilotos apresentassem sintomas relacionados à aerocinetose. A média de idade dos participantes foi de 20 anos. Os resultados evidenciaram uma correlação entre dietas com elevados teores de sódio e produtos derivados do leite e um aumento na incidência de aerocinetose. Essas conclusões destacam a importância da dieta e nutrição como fatores essenciais a serem considerados na prevenção dos sintomas da aerocinetose em pilotos e tripulantes.

Lopes (2017) pesquisou a incidência de distúrbios vestibulares, como vertigem e tontura, na população adulta. Em sua análise, identificou que a principal queixa relacionada ao surgimento dos sintomas de cinetose está associada ao movimento rotatório, um padrão comum na atividade aérea, intensificado pela carga gravitacional. O autor propôs uma série de exercícios baseados no protocolo Cawthorne e Cooksey, realizados em 10 sessões semanais. Foram constatadas melhorias significativas na intensidade dos sintomas de cinetose mediante esse tratamento. É relevante sublinhar que, quando comparados a outros tratamentos, os exercícios de pilates não se mostraram mais eficazes.

Lucertini *et al.* (2008) procederam a um estudo dividido em duas partes. Na primeira, os autores discutiram as diferenças entre aerocinetose em homens e mulheres durante a instrução básica inicial (PS). Na segunda parte, acompanharam 102 indivíduos (86 homens e 16 mulheres) ao longo de quatro anos, nas primeiras 60 horas de voo. Foi identificado um maior número de sintomas característicos da aerocinetose no sexo feminino em comparação com o masculino, totalizando 34,8% de ocorrência durante o voo básico, considerando ambos os sexos. Além disso, períodos prolongados sem voar resultaram em perda de adaptação e no surgimento de novos sintomas de aerocinetose. Essas conclusões enfatizam a necessidade de considerar as diferenças de gênero na abordagem e prevenção da aerocinetose na instrução aérea.

A problemática em foco destaca os elevados índices de aerocinetose reportados pelos cadetes aviadores durante a instrução aérea, indicando a necessidade urgente de criar um protocolo eficaz para a detecção precoce dessa condição entre os cadetes. Além disso, é fundamental estabelecer um protocolo de tratamento para aqueles que são afetados pela aerocinetose. Com base nessas considerações e na base teórica existente, é preciso desenvolver estratégias que busquem identificar essa síndrome de maneira precoce e implementar métodos de treinamento para atenuar seus efeitos negativos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Principal

- Desenvolver um protocolo destinado à detecção precoce da aerocinetose entre os cadetes aviadores. Com isso, visa-se reduzir a incidência dos sintomas associados a essa condição durante a instrução aérea.

3.2. Objetivos Secundários

- Estabelecer um protocolo de tratamento direcionado aos cadetes afetados, a fim de mitigar a ocorrência da aerocinetose durante os voos.

- Identificar os sintomas mais frequentemente relatados durante a instrução aérea relacionados com a aerocinetose, tais como náusea, vômito, sudorese e sonolência.

- Avaliar os impactos da aerocinetose no desempenho operacional humano dos cadetes por meio da análise das fichas de voo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como propósito principal desenvolver um protocolo abrangente destinado à detecção precoce e ao tratamento da aerocinetose

entre os cadetes aviadores da FAB. Diante dos objetivos delineados e dos resultados esperados, sua aplicabilidade e relevância para o desempenho operacional desses cadetes são notáveis, contribuindo para uma instrução aérea mais eficiente e segura.

A instituição de um protocolo de detecção precoce da aerocinetose, proposta central desta pesquisa, busca aprimorar a saúde e o bem-estar dos cadetes aviadores durante sua formação inicial como pilotos militares. A detecção precoce dessa condição permite intervenções oportunas, assegurando que os cadetes alcancem os níveis de proficiência requeridos na instrução aérea, sem serem impedidos pelos sintomas debilitantes da aerocinetose.

Além disso, a formulação de um protocolo de tratamento eficaz é essencial para oferecer aos cadetes afetados os cuidados necessários na superação dos desafios associados à aerocinetose. Ao atenuar os sintomas e proporcionar um suporte adequado, busca-se assegurar que esses cadetes possam conduzir suas atividades de maneira mais segura e eficiente, contribuindo assim para a excelência da AFA na instrução aérea.

A condução de um levantamento estatístico dos sintomas mais comuns da aerocinetose e sua análise nos registros de voo dos cadetes proporciona uma compreensão mais abrangente dos desafios enfrentados durante a instrução aérea. Essa abordagem não apenas facilita a detecção precoce de casos de aerocinetose, mas também oferece insights valiosos para o aprimoramento contínuo dos processos de treinamento e operações aéreas.

Para além dos benefícios diretos para os cadetes aviadores, a implementação desses protocolos pode resultar na redução dos custos associados à instrução aérea, decorrente da diminuição dos voos comprometidos pela aerocinetose. Essa iniciativa não apenas otimiza os recursos da FAB, como também contribui para a segurança e a eficácia global das operações aéreas.

Em última análise, o desenvolvimento e a bem-sucedida implementação desses protocolos representarão uma contribuição significativa para a melhoria contínua da formação de cadetes aviadores na FAB. Ao assegurar um ambiente de treinamento mais seguro e eficiente, com a redução dos sintomas relacionados com a aerocinetose, este trabalho não apenas beneficiará os cadetes, mas também fortalecerá as Forças Armadas como um todo. Essa iniciativa consolidará a capacidade de execução de operações aéreas com excelência e segurança, elevando os padrões de desempenho e preparação da FAB.

REFERÊNCIAS

- COSTA, A. C. A. D. Aerocinetose e Fisioterapia. **Revista Científica do Hospital de Aeronáutica de Canoas**, v. 1, n. 1, p. 21-5, 2020.
- COWINGS, P. S. *et al.* Autogenic-feedback training as a treatment for airsickness in high-performance military aircraft: Two case studies. **National Aeronautics and Space Administration**, v. 1, p. 1-22, 1994.
- LINDSETH, G.; LINDSETH, P. D. The relationship of diet to airsickness. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 66, n. 6, p. 537-41, 1995.
- LOPES, F. P. C. **Reabilitação vestibular no ambiente e na abordagem do método pilates e seus acessórios**. 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Norte do Paraná, Londrina, Paraná, 2017.
- LUCERTINI, M. *et al.* Effects of airsickness in male and female student pilots: adaptation rates and 4-year outcomes. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 79, n. 7, p. 677-84, 2008.
- LUCERTINI, M.; VERDE, P.; TRIVELLONI, P. Rehabilitation from airsickness in military pilots: long-term treatment effectiveness. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 84, n. 11, p. 1196-200, 2013.
- OLIVEIRA, J. L. **Aerocinetose na Aviação Civil e suas implicações na formação do piloto comercial**. 2013. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador, Bahia, 2013.
- SILVA, J. P. S.; SILVA, T. A. Aerocinetose e seus efeitos na instrução de pilotos privados. **Revista Conexão Sipaer**, v. 9, n. 2, p. 82-94, 2018.
- SHUPAK, A.; GORDON, C. R. Motion sickness: advances in pathogenesis, prediction, prevention, and treatment. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 77, n. 12, p. 1213-23, 2006.
- VOLTOLINI, M. M. F. D. Avaliação da aerocinetose em cadetes da aeronáutica brasileira. **Revista da Universidade da Força Aérea**, v. 26, n. 33, p. 6-14, 2013.

Treinamento muscular respiratório e performance em voo dos militares da Academia da Força Aérea

Juliana Serra Dias Miyamoto (HAAF - FAB)
Paula Morisco de Sá Peleteiro (GSAU-SC - FAB)

RESUMO

O presente estudo visa analisar o efeito do treinamento muscular respiratório na performance em voo de militares da FAB e suas associações com variáveis psicossociais.

Palavras-chave: Piloto militar; ventilação pulmonar; músculos respiratórios; desempenho e análise de tarefas; treinamento muscular inspiratório.

1. INTRODUÇÃO

Múltiplos são os aspectos que podem estar associados a performance em voo na vida do piloto militar (Brasil, 2017). Durante esta atividade, pilotos e tripulantes, devem saber lidar com questões que colocam em risco sua integridade física ou mesmo suas vidas, principalmente quando em aeronaves de alto desempenho (Hormeño-Holgado; Clemente-Suárez, 2019).

Altas demandas físicas regulares impostas em militares de forças especiais, não apenas para serem capazes de completar uma certa tarefa o mais rápido possível, mas também com mínimos sinais de fadiga (Sperlich *et al.*, 2009). O nível adequado de resiliência, condicionamento físico e resistência geral do pessoal militar é fundamental para o conclusão bem-sucedida de operações militares críticas, porém ainda não está claro se existe um ponto de corte para tal ou mesmo uma variável determinante para melhores índices de desempenho.

As variáveis biopsicossociais como determinantes para melhores índices de performance e o impacto desses fatores sobre a rotina da vida dos seres humanos, são dados que chamam a atenção dos pesquisadores há algum tempo (Engel, 1977), assim como o treinamento muscular respiratório como estratégias de incremento da performance durante o exercício em atletas de alto rendimento (Sperlich *et al.*, 2009).

Em condições de voo em altitudes elevadas o sistema respiratório está sob estresse devido à sobrecarga G prolongada (Schwarz *et al.*, 1996), e durante a ação das forças de aceleração pode ocorrer mudanças na distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar, as vias aéreas do terço inferior do pulmão podem se fechar e, conforme a progressão da força de aceleração, pode ocorrer o fechamento das vias aéreas em 50% do pulmão (West, 2013).

Na ocorrência de hipóxia relacionada à altitude, especialmente a hipóxia hipobárica, pode ser observado o aumento da taxa do quimiorreflexo durante a ventilação pulmonar, com presença de hiperventilação, aumento do esforço respiratório e, conseqüentemente, aumento do custo energético da ventilação. Esses fatores podem resultar em fadiga muscular inspiratória significativa, uma vez que os músculos trabalham em um comprimento inferior ideal e em uma taxa de encurtamento mais acelerada e conseqüentemente, contribuir para o comprometimento da tomada de decisão e consciência situacional durante a operação (Schwarz *et al.*, 1996; Shaw, Harrell, 2022; Hormeño-Holgado; Clemente-Suárez, 2019; Helfer *et al.*, 2016; Alvarez-Herms *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2017; Bustamante-Sánchez *et al.*, 2021).

Há evidências de que os músculos respiratórios podem afetar o desempenho durante o exercício (Illi *et al.*, 2012; Sperlich *et al.*, 2009), na ocorrência de fadiga muscular, durante períodos prolongados de respiração intensa e exercícios, pode haver perda da capacidade aeróbia, uma vez que estes contribuem para o consumo máximo de oxigênio (Sperlich *et al.*, 2009).

O treinamento muscular respiratório (TMR) tem sido utilizado como uma ferramenta terapêutica para tal em atletas de alto rendimento (Sperlich *et al.*, 2009). Segundo Helfer *et al.* (2016), o TMR também pode melhorar acentuadamente a resistência do exercício ao nível do solo em 30 a 69% e é particularmente eficaz em condições ambientais como mergulho e altitude que, a priori, representam condições desafiadoras à função pulmonar. Situações estas semelhantes aos desafios enfrentados pelos pilotos de combate nos diferentes perfis de aviação militar (Formanquevski; Soares, 2023).

Durante o exercício máximo (acima 85% do $VO_{2\text{máx}}$) e exercício hipóxico, a ativação metaborreflexo muscular respiratório resulta em uma vasoconstrição reflexa dos músculos locomotores. Este é considerado um mecanismo adaptativo que preserva o potencial e a eficiência dos músculos respiratórios sob condições de extrema demanda física e, em última análise, garante o fornecimento adequado de oxigênio ao cérebro e ao coração. Em exercícios extremos e mínimos sob hipóxia, foi demonstrado que o TMR reduz esse reflexo e aumenta o fluxo sanguíneo para o músculo em atividade. Esta resposta adaptativa ajuda a reduzir a sensação de esforço durante a dispnéia e melhora a força muscular respiratória. (Shaw; Harrell, 2022; Helfer *et al.*, 2016; Illi *et al.*, 2012; Alvarez-Herms *et al.*, 2019).

Considerando que o ambiente militar possui muitas peculiaridades, estas por si só constituem uma importante fonte de estresse laboral. No contexto da aviação, devido às altitudes elevadas e à força G, os pilotos podem enfrentar desafios à saúde, como hipóxia, disbarismo, problemas de ventilação e perfusão pulmonar, entre outros aspectos fisiológicos e psicológicos individuais (Martins; Lopes, 2012; Souza *et al.*, 2010). Especialmente para os instrutores de voo, que precisam voar diariamente e, por vezes, realizar múltiplos voos no mesmo dia. A rotina repetitiva na atividade aérea pode resultar em diversas conseqüências para o corpo, devido às demandas físicas variadas enfrentadas pelos pilotos, sobretudo durante a execução

e repetição de acrobacias. Essa jornada de trabalho dinâmica e fisicamente exigente não apenas causa altos níveis de fadiga, mas também estresse laboral. Além disso, a alta incidência de fadiga em alguns pilotos é alarmante, considerando a estreita relação entre fadiga, desempenho operacional e segurança de voo.

Considerando que o esforço físico decorrente da atividade aérea, somado a elevada prevalência de fadiga, uma vez que as reações ao estresse operacional podem ser incapacitantes (OTAN, 2019). Nessa perspectiva, existem estratégias adotadas para manejar reações de estresse. Essas são denominadas estratégias de enfrentamento ou estratégias de *coping* (Morgan; Hourani; Tueller, 2017).

De acordo com essa teoria, o processo conhecido como *coping* ocorre por meio da interação entre a pessoa e o ambiente, no qual ela busca lidar com a situação que causa estresse. Dentro desse contexto, acredita-se que o enfrentamento do estresse ocorra por meio de uma análise da situação dos fatores estressores, os quais são interpretados de forma subjetiva, levando à ativação de recursos pessoais para lidar, diminuir ou suportar as exigências impostas pela situação estressante (Savoia; Santana; Meijas, 1996).

Da mesma forma que o TMR apresentou vantagens para atletas profissionais, é provável que possa ter um impacto positivo também no desempenho de voo de pilotos militares. Portanto, ao possuir um bom condicionamento físico, os pilotos poderiam aumentar sua resistência a altas cargas G, ao mesmo tempo que reduziriam o esforço físico durante as manobras acrobáticas, permitindo que o piloto desempenhasse suas funções com menos esforço físico e, conseqüentemente, mental. Até o momento, não foram encontrados estudos na literatura que abordem os resultados em uma amostra semelhante.

Diante do exposto, os objetivos deste estudo são: analisar o efeito do treinamento muscular respiratório na performance em voo de militares da FAB e suas associações com variáveis psicossociais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um ensaio clínico randomizado que terá como amostra militares do corpo de instrutores e alunos da Academia da Força Aérea (AFA), aptos para o voo durante o período de coleta e que concordarem em participar voluntariamente da pesquisa.

O cálculo de tamanho da amostra considerou a análise de potência a priori (DP esperado de resíduos, potência desejada = 0,90 e erro alfa = 0,01), que foi calculada usando o software GPower 3.1 (versão 3.1, Universidade de Dusseldorf, Alemanha) para simular uma interação grupo por tempo estatisticamente significativa para nosso desfecho primário. A análise indicou que um tamanho de amostra total de 8 indivíduos por grupo seria suficiente para alcançar efeitos de interação.

O período de coleta de dados dar-se-á entre abril e julho de 2024. Considerando as etapas a seguir:

- ETAPA 1:

a) Inventário Brief COPE: Este inventário é autoaplicável, avalia oito fatores distribuídos em sessenta e seis itens que correspondem a uma escala de estratégias de enfrentamento de estresse. Sendo as análises dos fatores relativos a confronto, afastamento, autocontrole, suporte social, aceitação de responsabilidade, fuga-escuiva, resolução de problemas e reavaliação positiva.

Os voluntários serão orientados a se reportarem a uma situação de estresse ocorrida na última semana. Posteriormente, será aplicado o questionário, que requer que o indivíduo responda de acordo com a mesma situação de estresse escolhida para o inventário em questão (Savóia; Santana; Mejias, 1996).

b) Questionário Sociodemográfico: Este questionário é autoaplicável, contendo perguntas a cerca de: hábitos de vida, de prática de atividade física, tabagismo, suporte familiar e histórico médico.

- ETAPA 2. Testes de função pulmonar

a) Espirometria: Será realizado de acordo com as recomendações do Consenso Brasileiro de Espirometria e das Sociedade Americana Torácica/ Sociedade Europeia Respiratória (Alberto, 1996; Graham *et al.*, 2019), realizado no espirômetro KOKO, Modelo SX 1000 considerando os seguintes parâmetros: Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF_1), Capacidade Vital Forçada (CVF), relação VEF_1/CVF , Fluxo Expiratório Forçado (FEF) entre 25% e 75% da CVF e a relação FEF/CVF. Os valores de referência serão obtidos a partir das equações de Duarte *et al.* (2007). As manobras expiratórias forçadas serão repetidas até que três medidas sequenciais sejam obtidas. Os índices estudados serão os obtidos pela melhor curva, que será selecionado com base nos valores mais altos de VEF_1 mais CVF.

b) Técnica de Oscilações Forçadas (FOT). Será realizado no dispositivo de Oscilometria, previamente descrito em detalhes e segue os padrões internacionais (King *et al.*, 2020) e já descrito no estudo de diversas doenças (De Sá *et al.*, 2013, 2016; Ribeiro; Lopes; Melo, 2022), em sujeitos saudáveis (Ribeiro; Lopes; Melo, 2018) e em pilotos de combate (Soares; De Melo; De Sá, 2023). A FOT é um método não invasivo, realizado durante a ventilação espontânea que avalia a função pulmonar através das medidas de impedância do sistema respiratório.

c) Manovacuometria. As medidas Pressão Inspiratória e Expiratória Máximas serão realizadas através do manovacômetro analógico (Modelo MVV042 -300/+300 cmH_2O) considerando os critérios internacionais previstos na literatura (Neder *et al.*, 1999).

- ETAPA 3. Testes de aptidão aeróbia

a) O consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) e a potência aeróbica máxima (PAM) serão estimados através do teste de provocação da fala durante a aplicação do treino de esforço incremental de degrau e seguindo as orientações previstas na literatura (Riebe *et al.*, 2021).

b) Escala de Borg, é um instrumento utilizado para quantificar através da percepção subjetiva de esforço aplicado no exercício. É autoaplicável. Numa escala numérica de zero a dez, o voluntário utiliza a escala para apontar sua própria percepção de esforço.

c) Teste de aptidão do condicionamento físico (TACF), onde será considerado o resultado do último teste realizado na unidade como rotina prevista da AFA.

- ETAPA 4. Programa de treinamento muscular respiratório (TMR), onde os voluntários serão submetidos a incremental e durante o período de coleta de dados seguirão a sua rotina de estudos e prática de atividade física sem interferências. A aplicação do protocolo será realizada por profissionais experientes, devidamente habilitados para tal e seguindo o protocolo previsto conforme descrito baixo:

a) Instrumento de treino: Exercitador inspiratório POWER Breath®, (modelo NCS Power Breathe Plus Heavy Resistance – Vermelho).

b) Sessão de treino: Cada sessão consistirá em 2 séries de 30 repetições, com um intervalo de descanso de 1 minuto entre cada série.

c) Frequência respiratória com ritmo auto selecionado. Frequência de treino: Treinos diários de 30 repetições, 5 vezes por semana, por 6 semanas ininterruptas, sob supervisão dos pesquisadores.

d) Intensidade: A intensidade inicial será de 30% da pressão inspiratória máxima (P_{imáx}), com progressão resistência de 5% a cada sessão de treinamento para atingir quase 80% de sua P_{imáx} ao final da segunda semana. O TMI terá continuidade pelas próximas 4 semanas em 80% da sua P_{imáx}, ajustado toda semana com base na nova P_{imáx}.

Todas as sessões de treinamento serão realizadas em ambiente fechado. Os voluntários receberão instruções detalhadas sobre a realização de cada série de protocolos e serão supervisionados integralmente.

- ETAPA 5. Performance em voo

Antes e após aplicação de protocolo de treinamento do TMI será avaliada a performance em voo durante manobra de aérea de rotina.

a) A medida de performance em voo será realizada com base na Auditoria de Segurança de Operações de Linha (*Line Operations Safety Audit*, LOSA), Habilidades Não Técnicas (*Non-technical Skills*, NOTECHS) e o Modelo de Avaliação de Desempenho de Pilotos (*Model for Assessing Pilots Performance*, MAPP) (Weber; Dekker, 2017), sendo avaliada por instrutor qualificado.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se com este estudo seja útil na avaliação da interação do efeito do treinamento muscular respiratório na performance em voo de militares instrutores de voo da AFA e possíveis associações dos índices de desempenho com variáveis psicossociais. Os resultados a partir deste estudo poderão trazer impactos positivos no incremento da instrução aérea, assim como possível desenvolvimento de estratégias para aprimoramento do desempenho em voo de militares das Forças Armadas Brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ALBERTO, C. C. P. I Consenso brasileiro sobre espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 22, n. 3, 1996.
- ÁLVAREZ-HERMS, J. *et al.* Putative role of respiratory muscle training to improve endurance performance in hypoxia: A review. **Frontiers in Physiology**, v 5; n. 9, p. 1970, 2019.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription**. Baltimore, MD: Wolters Kluwer; Lippincott Williams & Wilkins, 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Força Aérea Brasileira: saiba como é a formação do aviador da Força Aérea Brasileira**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/31128/DIA%20DO%20AVIADOR%20-%20Saiba%20como%20%C3%A9%20a%20forma%C3%A7%C3%A3o%20do%20aviador%20da%20For%C3%A7a%20A%C3%A9rea%20Brasileira>. Acesso em 01 mar 2024.
- BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, A. *et al.* Effects of hypoxia on selected psychophysiological stress responses of military aircrew. **Biomed Research International**, v. 2021, ID 6633851, 2021.
- DE SÁ, P. M. *et al.* Early diagnosis of respiratory abnormalities in asbestos-exposed workers by the forced oscillation technique. **PLoS ONE**, v. 11, n. 9. 2016.
- DUARTE, A. A. O.; PEREIRA, C. A. C.; RODRIGUES, S. C. S. Validação de novos valores previstos brasileiros para a espirometria forçada na raça branca e comparação com os valores previstos obtidos por outras equações de referência. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n 5, p. 527-35, 2007.
- ENGEL, G. L. The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. **Revista Science**, v. 196, n. 4286, p. 129-36, 1977.
- FORMANQUEVSKI, J.; SOARES, L. A. M. A fisiologia do voo: uma revisão de literatura sobre os prejuízos do voo a longo prazo e a necessidade de adicional de compensação orgânica. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 3, p. 10283-97, 2023.
- GRAHAM, B. L. *et al.* Official American Thoracic Society technical standards: spirometry in the occupational setting. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 200, n. 8, p. E70–E88, 2019.
- HELPER, S. *et al.* Respiratory muscle training and exercise endurance at altitude. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 87, n. 8, p. 704-11, 2016.
- HORMEÑO-HOLGADO, A. J.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J. Psychophysiological monitorization in a special operation selection course. **Journal of Medical Systems**, v. 43, n. 3, p. 47, 2019.

- ILLI, S. K. *et al.* Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals. **Sports Medicine**, v. 42, n. 8, p. 707-24, 2012.
- KING, G. G. *et al.* Technical standards for respiratory oscillometry. **European Respiratory Journal**, v. 55, n. 2, 1900753, 2020.
- MARTINS, L. C. X.; LOPES, C. S. Military hierarchy, job stress and mental health in peacetime. **Occupational Medicine**, v. 62, n. 3, p. 182-7, 2012.
- MORGAN, J. K.; HOURANI, L.; TUELLER, S. Health-related coping behaviors and mental health in military personnel. **Military Medicine**, v. 182, n. 3, p. e1620–e1627. 2017.
- NEDER, J. A. *et al.* Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n. 6, p. 719-27, 1999.
- OTAN. **Forward Mental Healthcare**. Nato Standardization Office (NSO), Edition B., v. 1, 2019.
- RIBEIRO, F. C. V.; LOPES, A. J.; MELO, P. L. Reference values for respiratory impedance measured by the forced oscillation technique in adult men and women. **Clinical Respiratory Journal**, v. 12, n. 6, p. 2126-35. 2018.
- SAVÓIA, M. G.; SANTANA, P. R.; MEJIAS, N. P. Adaptação do inventário de Estratégias de Coping de Folkman e Lazarus para o português. **Psicologia USP**, v. 7, n. 1–2, p. 183–201, 1996.
- SCHWARZ, Y. A. *et al.* An algorithm for pulmonary screening of military pilots in Israel. *Chest*, v. 111, n. 4, p. 916-21, 1997.
- SHAW, D. M., HARRELL, J. W. Integrating physiological monitoring systems in military aviation: a brief narrative review of its importance, opportunities, and risks. **Ergonomics**, v. 66, n. 12, p. 2242-54, 2023.
- SOARES, M. F. S.; DE MELO, P. L.; DE SÁ, P. M. Função pulmonar em pilotos de combate. Coleção Meira Mattos: **Revista das Ciências Militares**, v. 17, n. 59, p. 283–301, 2023.
- SPERLICH, B. *et al.* Does respiratory muscle training increase physical performance? **Revista Military Medicine**, v. 174, n. 9, p. 977-82. 2009.
- WEBER, D. E.; DEKKER, S. W. A. Assessing the sharp end: reflections on pilot performance assessment in the light of safety differently. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 18, n. 1, p. 59-78, 2017.
- WEST, J. B. A strategy for in-flight measurements of physiology of pilots of high-performance fighter aircraft. *Journal of Applied Physiology*, v. 115, n. 1, p. 145-9, 2013.
- YANG, P., *et al.* Respiratory muscle training and the performance of a simulated anti-G straining maneuver. **Aviation Space Environmental Medicine**, v. 78, n. 11, p.1035-41, 2007.

Fadiga mental em pilotos da aviação de transporte da Força Aérea Brasileira: uma avaliação dos fatores associados

Kelly Rafael Gomes Pinto (3º ETA - FAB)

Daniele Bittencourt Ferreira (HCA - FAB)

RESUMO

A fadiga mental possui relevância no desempenho operacional do piloto. Esse estudo possui como objetivo avaliar a fadiga mental de pilotos de transporte da Força Aérea Brasileira durante missões realizadas. O texto apresentado teve como objetivo explorar as informações presentes na literatura sobre esse tema.

Palavras-chave: Fadiga mental; piloto; aviação; militar.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente aéreo é hostil ao ser humano e sua exposição ao voo requer adaptações fisiológicas (Rainford; Gradwell, 2016). A partir dessa premissa, cabe destacar a importância da avaliação da fadiga mental em voo, uma vez que é resultante de múltiplos fatores aos quais os pilotos estão submetidos no decorrer de suas atividades.

No contexto da aviação, há múltiplos fatores envolvidos com a geração de fadiga, como os fatores ergonômicos da aeronave, quantidade de etapas, distribuição de tarefas, duração e horário do voo, jornada de voo e voos transmeridionais. Como fatores individuais, há aspectos fisiológicos, psicológicos e profissionais relacionados principalmente à carga de trabalho (Kanashiro, 2013). Também é preciso considerar fatores ambientais, como a exposição às propriedades químicas e físicas da atmosfera e sua influência sobre a navegabilidade das aeronaves e seus impactos físicos e psicológicos em seus ocupantes, gerando a fadiga de voo e redução de desempenho (Rainford; Gradwell, 2016).

A *International Civil Aviation Organization* (ICAO) define a fadiga como resultante de redução de capacidades mentais ou físicas que impactam na operacionalidade do piloto (ICAO, 2015). Quando comparadas a pessoas com períodos de descanso regulares, indivíduos com redução de tempo de sono pensam e se movimentam mais lentamente, cometem erros com maior frequência e tem dificuldades em memorização (Caldwell *et al.*, 2009).

Nos processos envolvidos com a segurança de voo, o reconhecimento e acompanhamento dos múltiplos processos de geração de fadiga é fundamental para a manutenção da segurança operacional, seja em cenário civil ou militar.

Analisando as informações disponibilizadas pelo painel SIPAER (2024), foi possível identificar que no período 2014 - 2024, os principais fatores relacionados a acidentes e incidentes graves foram: o julgamento de pilotagem (24,3% das ocorrências), a aplicação de comandos (17%) e o processo decisório (12,56%). Estes três principais fatores contribuintes estão diretamente ligados aos processos cognitivos que podem ser impactados pela fadiga mental dos pilotos (CENIPA, 2024).

Em 2023, durante missão de repatriação aérea de nacionais não combatentes devido a conflitos armados no Oriente Médio (Operação Voltando em Paz), diversas tripulações foram expostas a longas jornadas de voo em um cenário de alta demanda psicológica. Tal fato indica a importância do conhecimento da fadiga mental e seus impactos para as tripulações da Força Aérea Brasileira uma vez que, com a aquisição de vetores de transporte aéreo-logístico de longo alcance, essas modalidades de missões estão se tornando mais frequentes. Os critérios operacionais existentes atualmente para mensuração desses fatores são baseados em estudos realizados na aviação civil nacional e internacional (FAA, 2010; ANAC, 2019). No entanto, a diversidade populacional mundial não reflete as especificidades das tripulações militares de cada nação.

Desta maneira, o estudo multidimensional da fadiga mental no complexo teatro operacional da aviação de transporte contribui para o conhecimento dessa condição em pilotos da Força Aérea Brasileira, possibilitando futuramente a elaboração de estratégias para a mitigação de acidentes e incidentes, assim como colaborando para a segurança de voo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Fadiga mental

Etimologicamente, o termo fadiga deriva do latim *fatigare*. Em definições de dicionários contemporâneos, pode-se encontrar “*cansaço resultante de trabalho, físico ou intelectual, intenso*” (Michaelis, 1998). Apesar de comumente ser um sintoma secundário a doenças neurológicas específicas como doença de Parkinson, quadros virais autolimitados e doenças psiquiátricas, a fadiga pode também ocorrer em indivíduos sadios (Bower, 2014). Estima-se que de 5% a 45% da população em geral percebe a fadiga como um sintoma (Lewis; Wessely, 1992).

Em contexto científico, apesar de amplamente empregado em diversas linhas de pesquisa, o uso do termo fadiga ainda requer uniformidade de conceitos para que se possibilite a comparação de dados. Nesta lacuna de conhecimento, Mota e colaboradores (2005) analisaram o conceito de fadiga com a finalidade de buscar uma maior definição operacional e científica. Os autores sugerem que três referenciais empíricos são frequentemente encontrados e são os mais importantes para o conceito de fadiga: a verbalização de cansaço/canseira ou exaustão, diminuição da capacidade de realizar atividades habituais e a falta de alívio para essas manifestações após a aplicação de estratégias usuais de recuperação de energia.

Em campo de conhecimento semelhante, Enoka e Duchateau (2016) em suas pesquisas neurofisiológicas também joga luz à referida lacuna metodológica e introduz na literatura o conceito de fadiga e fatigabilidade, relacionando o primeiro termo às sensações subjetivas e o segundo às alterações objetivas aferíveis em testes de performance (Kluger; Krupp; Enoka, 2013).

Esta sensação de cansaço é um dos primeiros impactos que um aeronavegante experimenta após um voo e é maior ou menor a depender do tempo de voo, do tipo de voo, da aeronave empregada e de características e susceptibilidades individuais (Kanashiro, 2013).

Em aviação, a fadiga é definida pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO) como um estado psicológico de capacidades reduzidas mentais ou físicas resultante de insônias, alteração dos ciclos circadianos, longos períodos de atividade e excesso de trabalho, que pode prejudicar e reduzir a atenção do tripulante, assim como a capacidade de operar a aeronave em segurança (IATA, 2015).

2.2. Fadiga mental e sua relação com desempenho operacional na aviação

A ICAO (2015) aponta que os principais fatores associados à fadiga são a sonolência e a fadiga mental. No entanto, em seus registros, não diferencia estes dois fatores. Em seu estudo, Hu e Lodewijks (2020) enfatizaram a necessidade e a relevância de diferenciá-los. Os autores definem que a sonolência é causada por interrupções no ciclo circadiano, perda de horas de sono e tempo em vigília. Já a fadiga mental está relacionada principalmente ao tempo empregado em uma determinada tarefa e à carga de trabalho (Balkin; Wesensten, 2011).

Alguns autores apontam a importância da relação entre erro ao pilotar aeronaves e fadiga: há diminuição de concentração e atenção, prejuízos nas respostas motoras coordenadas, e diminuição nas habilidades de comunicação, gerando impacto na efetividade de tomada de decisões. A exposição continuada a estresse e tarefas cognitivas prolongadas podem gerar fadiga mental (FAA, 2023).

Por ter um importante impacto na performance, na aviação comercial há regulamentação e limites de horas voadas como parte integrante dos requisitos para gerenciamento de risco de fadiga humana. A duração máxima da jornada é diretamente proporcional ao horário de início da missão e o tempo máximo de voo é dependente da quantidade de etapas a serem voadas (depende da quantidade de pousos intermediários a serem realizados entre o início e o fim da jornada de voo) (ANAC, 2019). Logo, os pilotos e todo restante da tripulação tem previamente conhecimento de quando serão empregados e a estimativa de início, meio e fim de jornada de voo.

Diferentemente deste cenário, na aviação militar há a constância da incerteza pela peculiaridade de sua natureza. As Forças Armadas são constitucionalmente o braço armado das instituições e seu emprego pode ocorrer a qualquer momento, 24 horas por dia, sete dias por semana (Brasil, 2020). Espera-se que o tripulante militar

esteja totalmente disponível a maior parte dos dias durante o ano (Brasil, 1980). Sendo assim, os constantes acionamentos, as incertezas de escala e a possibilidade de pronto emprego associados à rotina de trabalho administrativo diário podem gerar fadiga mental. Os impactos destes pontos de deflexão devem ser investigados a fim de incrementar legislações específicas que visem o aumento dos níveis de segurança operacional na aviação militar.

Em pesquisa aplicada em pilotos e tripulação das diferentes aviações da Força Aérea Americana, Miller e Melfi (2006) identificaram que cerca de 90% dos indivíduos participantes reportaram que já haviam vivenciado os efeitos da fadiga em operações aéreas (Keller; Mendonca; Cutter, 2019).

Em situações de emprego real, este impacto pode ser ainda mais expressivo tendo em vista que a realização de voos em período noturno é taticamente necessária, podendo levar a irregularidades de sono e aumentar significativamente os níveis de fadiga das tripulações. Desta necessidade peculiar à aviação militar deriva a dificuldade em se estabelecer os limites operacionais da fadiga (Wingelaar-Jagt *et al.*, 2021). Com o objetivo de aumentar os níveis de atenção e melhorar a performance em voo, estudos envolvendo o uso de substâncias psicoestimulantes têm sido conduzidos, apresentando resultados promissores como contramedida à fadiga, mas controversos tendo em vista os impactos a longo prazo na saúde física e mental dos pilotos (Wingelaar-Jagt *et al.*, 2023).

3. SITUAÇÃO-PROBLEMA

Diante do avanço no desenvolvimento tecnológico das aeronaves nos últimos anos e sua interface com o fator humano, observa-se a crescente necessidade de otimização do aspecto cognitivo do piloto militar, seja na capacidade de aprendizado rápido e/ou de gerenciamento de sistemas da aeronave.

Dessa forma, avaliar os fatores envolvidos com a fadiga mental de pilotos e seu impacto em níveis de atenção e performance tornou-se especialmente relevante com os novos projetos adquiridos e desenvolvidos pela Força Aérea Brasileira. Um estudo multidimensional da fadiga mental no complexo teatro operacional da aviação de transporte contribuirá para o conhecimento dessa condição em pilotos da Força Aérea Brasileira, possibilitando futuramente a elaboração de estratégias para a mitigação de acidentes e incidentes, assim como colaborando para a segurança de voo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

- Avaliar a fadiga mental e seus fatores associados em pilotos militares da aviação de transporte da Força Aérea Brasileira.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar a prevalência de fadiga mental em pilotos de transporte da Força Aérea Brasileira.
- Analisar os fatores relacionados à fadiga mental nessa população.
- Avaliar a variação da fadiga mental em pilotos militares em voos de longa duração.

5. METODOLOGIA

Para esta revisão da literatura sobre o tema foram realizadas buscas com os descritores: *Mental fatigue, Pilots, Aviation e Military Personnel*. As bases de dados consultadas foram: Cochrane Library, LILACS, PubMed e SciELO, no período entre março de 2023 e fevereiro de 2024, sem restrição de idiomas e sem restrição sobre a modalidade da publicação, uma vez que informações sobre pilotos militares e fadiga mental é escassa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo, espera-se identificar a fadiga mental em pilotos de transporte da Força Aérea Brasileira e seus fatores associados. Com a aquisição de novos vetores aéreos, é importante compreender a dinâmica de desgaste nas missões em que os mesmos são empregados.

A partir desses resultados espera-se auxiliar os comandantes e autoridades militares competentes no desenvolvimento de medidas que otimizem e associem a segurança de voo com o melhor desempenho operacional desses militares, assim como utilizar essas informações no embasamento de futuras orientações doutrinárias acerca do tema de fadiga mental relacionada ao voo.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC 117): Requisitos para gerenciamento de risco de fadiga humana**. Brasília: ANAC, 2019. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-117-emd-00>.
- BALKIN, T. J.; WESENSTEN, N. J. Differentiation of sleepiness and mental fatigue effects. **American Psychological Association**, 2011. p. 47–66.
- BOWER, J. E. Cancer-related fatigue mechanisms, risk factors, and treatments. **Nature Reviews. Clinical Oncology**, v. 11, n. 10, p. 597-609, 2014.
- BRASIL. Lei nº 6.880, de 9 de dezembro de 1980. **Estatuto dos militares**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1980.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília: MD, 2020.
- CALDWELL, J. A. *et al.* Fatigue Countermeasures in Aviation. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 80, n. 1, p. 29–59, 2009.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Painel SIPAER**. 2024. Disponível em: <https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/Sipaer.html>.
- ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Translating fatigue to human performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n.11, p. 2228-38, 2016.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Flightcrew member duty and rest requirements**, 2010. Disponível em http://www.faa.gov/regulations_policies/rulemaking/recently_published/media/FAA_2010_22626.pdf.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Maintainer fatigue risk management (FAA-H-8083-25B)**. 2016. Disponível em https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_120-115.pdf. Acesso: 21 fev 2024
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). Aeromedical factors. In: **Pilot's handbook of aeronautical knowledge**, 2023, p. 17/1-17/29. Disponível em https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/faa-h-8083-25c.pdf.
- HU, X.; LODEWIJKS, G. Detecting fatigue in car drivers and aircraft pilots by using non-invasive measures: The value of differentiation of sleepiness and mental fatigue. **Journal of Safety Research**, v. 72, p. 173-87, 2020.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **Fatigue management guide for airline operators**. Canada, 2015. Disponível em <https://www.iata.org/en/publications/fatigue-management-guide/>

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Fatigue management guide for airline operators**. Canadá, 2015. Disponível em: [https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/FMG%20for%20Airline%20Operators%202nd%20Ed%20\(Final\)%20EN.pdf](https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/FMG%20for%20Airline%20Operators%202nd%20Ed%20(Final)%20EN.pdf)

KANASHIRO, R. G. **A Jornada de voo na aviação de transporte e a prevenção da fadiga**. *Revista SIPAER*, v. 4, n. 2 p. 190-9, 2013.

LEWIS, G.; WESSELY, S. The epidemiology of fatigue: more questions than answers. *Journal of Epidemiology and Community Health*, v. 46, n. 2, p. 92–7, 1992.

KELLER, J.; MENDONCA, F. C.; CUTTER, J. E. Collegiate aviation pilots: Analyses of fatigue related decision-making scenarios. *International Journal of Aviation Aeronautics. and Aerospace*, v. 6, n. 4, art. 9, 2019.

KLUGER, B. M.; KRUPP, L. B.; ENOKA, R. M. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: Proposal for a unified taxonomy. *Neurology*, v. 80, n. 4, p. 409-16, 2013.

MICHAELIS: moderno dicionário da língua portuguesa. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.

MELFI, M. L.; MILLER, J. C. **Causes and effects of fatigue in experienced military aircrew and the countermeasures needed to improve flight safety**. Air Force Research Laboratory Report No: AFRL-HE-BR-TR-2006–0071, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235048666_Causes_and_Effects_of_Fatigue_in_Experienced_Military_Aircrew

MOTA, D. D. C. F.; CRUZ, D. A. L. M.; PIMENTA, C. A. M. Fadiga: uma análise do conceito. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 18, n. 3, p. 285-93, 2005.

RAINFORD, D.; GRADWELL, D. P. **Ernsting's aviation and space medicine**. Boca Raton, Fl: CRC Press, 2016.

WINGELAAR-JAGT, Y. Q. *et al.* Fatigue in aviation: safety risks, preventive strategies and pharmacological interventions. *Frontiers in physiology*, v. 12, n. 712628, 2021.

WINGELAAR-JAGT, Y. Q. *et al.* Effects of modafinil and caffeine on night-time vigilance of air force crewmembers: A randomized controlled trial. *Journal of Psychopharmacology*, v. 37, n. 2, p. 172-80, 2023.

Bruxismo em militares: aspectos conceituais, prevalência e implicações para o desempenho operacional

Luana Azevedo de Luca Ribeiro (HAAF - FAB)
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR/UNIFA - FAB)
Leonice Aparecida Doimo (UNIFA - FAB)

RESUMO

Os objetivos desse trabalho são discorrer sobre aspectos conceituais e prevalência do bruxismo, bem como abordar suas implicações para a operacionalidade militar, a partir de uma revisão sistemática da literatura.

Palavras-chave: Bruxismo do sono; bruxismo da vigília; Forças Armadas; Forças Auxiliares.

1. INTRODUÇÃO

Militares enfrentam inúmeros desafios inerentes à profissão (Lurie *et al.*, 2007) com exposição frequente a tensões físicas e psicológicas, o que pode impactar sua saúde e favorecer o desenvolvimento de distúrbios relacionados ao sistema estomatognático, dentre eles o bruxismo (Nota *et al.*, 2019).

Bruxismo é uma atividade repetitiva dos músculos mastigatórios (Lobbezoo; Naeije, 2001), sem finalidade funcional (Nota *et al.*, 2019), caracterizado por apertar ou ranger os dentes, e manter rígida ou mover vigorosamente a mandíbula. Apresenta duas manifestações clínicas distintas e relacionadas ao ciclo circadiano: bruxismo do sono e bruxismo da vigília (Lobbezoo *et al.*, 2013).

Dada sua prevalência na população adulta em geral, bruxismo é considerado condição comum, com taxas variando de 8% a 31,4% (Manfredini *et al.*, 2013).

A literatura apresenta lacuna de estudos sobre sua prevalência, além de revelar elevada divergência nos resultados encontrados (Wetselaar *et al.*, 2019). Tal divergência pode relacionar-se à inexistência de um método diagnóstico de referência, uma vez que não há estratégia considerada ideal e amplamente aceita pela comunidade científica (Koyano *et al.*, 2008).

Bruxismo pode causar danos aos elementos do sistema estomatognático (Carra, Huynh, Lavigne, 2012; Matusz *et al.*, 2022), e comprometer a saúde global do indivíduo por meio de interações com diversas comorbidades (Carra, Huynh, Lavigne, 2012). Adicionalmente, pode aumentar a probabilidade de desenvolvimento de doenças crônicas e, conseqüentemente, contribuir para o aumento da mortalidade global (Azil, Yusof, Marhazlinda, 2023).

Saúde integral dos militares é fundamental para o cumprimento eficaz e seguro de suas atribuições, e para a prontidão de combate (Azil, Yusof, Marhazlinda, 2023). Considerando que o bruxismo pode impactar negativamente a saúde e qualidade de vida, sua presença pode comprometer o desempenho militar efetivo e o sucesso das missões operacionais. Portanto, objetiva-se discorrer sobre aspectos conceituais, prevalência e métodos diagnósticos do bruxismo, assim como abordar suas implicações para a operacionalidade militar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O ambiente ocupacional militar expõe seu efetivo a inúmeros desafios durante as operações de combate, incluindo execução de missões em terrenos adversos, longos períodos de atividade física, condições nutricionais deficientes e privação de sono (Bustos *et al.*, 2021).

É evidente, portanto, que o cenário militar expõe constantemente seus integrantes a níveis elevados de estresse, o que pode favorecer o surgimento de uma variedade de problemas de saúde, incluindo complicações relacionadas ao sistema estomatognático, dentre elas o bruxismo (Lurie *et al.*, 2007).

A definição de bruxismo é um tema controverso, não havendo um consenso consolidado na literatura (Lobbezoo; Naeije, 2001; Lobbezoo *et al.*, 2013). Diante dessa lacuna, um grupo de especialistas reuniu-se em 2013 definindo bruxismo como uma atividade repetitiva dos músculos mastigatórios, envolvendo apertar ou ranger dos dentes, assim como manutenção rígida ou movimentação vigorosa da mandíbula. Adicionalmente, esses especialistas reconheceram a existência de duas manifestações circadianas distintas dessa desordem: bruxismo do sono e bruxismo em vigília (Lobbezoo *et al.*, 2013).

Bruxismo do sono é considerado um distúrbio de movimento relacionado ao sono (Klasser; Rei; Lavigne, 2015), caracterizado pela atividade repetitiva dos músculos mastigatórios, envolvendo tanto padrões rítmicos quanto não rítmicos de movimento. Por outro lado, bruxismo de vigília ocorre enquanto o indivíduo está acordado, manifestando-se principalmente pelo apertamento dentário e mandibular. É relevante destacar que o contato dentário não é mais considerado condição patognomônica para ocorrência de bruxismo, uma vez que o fenômeno também foi observado em pacientes edêntulos (Lobbezoo *et al.*, 2018).

Quando analisado de forma genérica, bruxismo é reconhecido como condição comum em adultos da população geral, com taxas de prevalência variando entre 8% e 31,4%. Entretanto, a análise específica do bruxismo do sono revelou prevalências entre 10% e 13% (Manfredini *et al.*, 2013), enquanto as taxas de prevalência do bruxismo da vigília variaram de 22% a 31% (Manfredini *et al.*, 2013; Melo *et al.*, 2019).

A literatura apresenta escassez de dados sobre prevalência de bruxismo, assim como alta variabilidade nesses dados (Wetselaar *et al.*, 2019). Tal fato pode ser

atribuído à falta de padronização diagnóstica dos estudos, devido à inexistência de um método de avaliação do bruxismo que apresente, simultaneamente, validade diagnóstica, confiabilidade e viabilidade econômica (Koyano *et al.*, 2008).

A avaliação do bruxismo compreende abordagens tanto não instrumentais quanto instrumentais. No que concerne às abordagens não instrumentais, o autorrelato destaca-se como a principal ferramenta em pesquisas devido à sua facilidade de aplicação. No entanto, existem limitações associadas a essa ferramenta, como a possível influência de diversas condições psicológicas. Nesse contexto, o estresse e a ansiedade de um indivíduo, por exemplo, podem influenciar seu relato, fazendo com que expresse angústia em vez de uma atividade real dos músculos mastigatórios. Além disso, embora seja capaz de indicar a presença e a frequência do bruxismo, o autorrelato não quantifica a intensidade e a duração desse fenômeno (Lobbezoo *et al.*, 2018).

Ainda no âmbito dos métodos não instrumentais para avaliação do bruxismo, o exame clínico dos pacientes também é bastante utilizado. Tal método baseia-se na identificação de sinais como hipertrofia dos músculos mastigatórios, endentações em língua ou lábio, presença de linha alba na mucosa jugal e desgaste mecânico dos dentes. Contudo, esse tipo de avaliação tende a identificar mais as potenciais consequências do bruxismo do que a própria atividade em si. Além disso, apresenta limitações para distinguir entre as duas manifestações circadianas da desordem (Bracci *et al.*, 2022).

Quanto aos métodos instrumentais para diagnóstico do bruxismo, existem diversas opções disponíveis, como a eletromiografia e a polissonografia. Embora esses métodos ofereçam uma análise mais objetiva, é importante reconhecer que também possuem limitações, como no caso da utilização da polissonografia para avaliação do bruxismo do sono. Ao optarem pela polissonografia para esse fim, os pesquisadores devem estar cientes de que será abordada somente uma faceta do complexo panorama do distúrbio, especificamente os eventos relacionados ao despertar (Manfredini; Lobbezoo, 2021). Desse modo, a escolha por uma abordagem combinada, que inclua avaliações tanto não instrumentais quanto instrumentais, provavelmente surgirá como a estratégia mais eficaz para contornar as limitações das abordagens independentes (Bracci *et al.*, 2022).

Embora seja crucial empregar uma estratégia de avaliação eficiente para o correto diagnóstico do bruxismo, compreender sua etiologia também é condição fundamental. Entretanto, a etiologia do bruxismo ainda não foi totalmente esclarecida na literatura, havendo consenso apenas sobre sua natureza multifatorial. Historicamente, fatores periféricos, como discrepâncias oclusais, eram amplamente vinculados à origem desse fenômeno. Contudo, estudos mais recentes sugerem um papel mínimo ou inexistente desses fatores (Lobbezoo; Naeije, 2001). Em síntese, atualmente os estudos associam a origem do bruxismo principalmente ao sistema nervoso central, em detrimento das influências externas (Lobbezoo; Naeije, 2001; Klasser; Rei; Lavigne, 2015).

No que concerne ao bruxismo do sono e ao bruxismo da vigília analisados de forma isolada, provavelmente possuem causas e fisiopatologias diferentes (Carra; Huynh; Lavigne, 2012), uma vez que são considerados comportamentos distintos (Lobbezoo *et al.*, 2018). Entretanto, a maioria dos estudos sobre bruxismo ainda não considera essa diferenciação, abordando o fenômeno de maneira genérica (Lobbezoo; Naeije, 2001). Quando essa distinção ocorre, a maioria das pesquisas se concentra exclusivamente no estudo do bruxismo do sono. Esse enfoque proporciona um entendimento mais abrangente na literatura sobre essa manifestação do distúrbio (Manfredini *et al.*, 2020).

No âmbito específico da etiologia do bruxismo do sono, esse fenômeno é considerado secundário a uma sequência de eventos que ocorrem durante o sono, envolvendo breves despertares e ativação do sistema nervoso central (Lavigne *et al.*, 2007; Carra; Huynh; Lavigne, 2012). Além disso, sua origem também está associada a diversos fatores, tais como hereditariedade (Carra; Huynh; Lavigne, 2012), desequilíbrios no sistema dopaminérgico central, tabagismo, etilismo (Lobbezoo; Naeije, 2001), consumo de cafeína, uso de medicamentos psicotrópicos (Melo *et al.*, 2019) e fatores psicossociais. No entanto, aspectos psicossociais parecem ter menor influência do que se acreditava anteriormente (Lobbezoo Naeije, 2001), ao contrário do que é descrito na literatura sobre a etiologia do bruxismo da vigília, uma vez que estaria principalmente associada a fatores psicológicos (Manfredini; Lobbezoo, 2009; Goldstein; Clark, 2017).

2.1. Bruxismo em indivíduos saudáveis

É relevante destacar que o bruxismo é um comportamento multifacetado, que não deve ser categorizado como distúrbio em indivíduos saudáveis. Em muitas situações, o bruxismo funciona apenas como um comportamento inofensivo manifestado pelo indivíduo. No entanto, o fenômeno pode ser considerado um fator de risco quando o aumento das atividades dos músculos mastigatórios está associado a possíveis consequências adversas à saúde, tais como mialgia, dor na articulação temporomandibular e desgaste dentário (Lobbezoo *et al.*, 2018).

Por outro lado, se o bruxismo resultar em desdobramentos clínicos positivos, é considerado fator de proteção. Um exemplo desse desdobramento ocorre quando há associação entre bruxismo do sono e Apneia Obstrutiva do Sono (Lobbezoo *et al.*, 2018).

Apneia Obstrutiva do Sono é reconhecida como o distúrbio do sono mais comum (Alzahrani *et al.*, 2022). Essa desordem ocorre devido ao relaxamento da musculatura que suporta as vias aéreas superiores durante o sono, resultando no estreitamento ou fechamento intermitente dessas vias (Goldie *et al.*, 2022). Nesse contexto, o bruxismo do sono desempenha um papel protetor ao favorecer a restauração da permeabilidade das vias aéreas superiores por meio do avanço mandibular durante o sono (Lobbezoo *et al.*, 2018).

De maneira análoga, bruxismo do sono quando associado ao refluxo gastroesofágico também pode exercer função protetora. Isso ocorre porque a movimentação mandibular decorrente do bruxismo estimularia o aumento da produção salivar, que funciona como agente neutralizante dos ácidos gastroesofágicos, reduzindo o possível desgaste químico dos dentes (Lobbezoo *et al.*, 2018).

2.2. Bruxismo patológico e suas implicações para a operacionalidade

Quando o bruxismo gera tensões anormais que excedem a capacidade adaptativa do organismo, assume caráter patológico (Murali; Rangarajan; Mounissamy, 2015) e passa a impactar negativamente a saúde do indivíduo (Koyano *et al.*, 2008). Nesse cenário, essa desordem pode gerar efeitos prejudiciais nos elementos do sistema estomatognático, incluindo danos dentários, cefaleia, mialgia, disfunção temporomandibular (Carra, Huynh, Lavigne, 2012; Matusz *et al.*, 2022) fadiga e lesões periodontais (Demjaha; Kapusevska; Pejkovska-Shahpaska, 2019).

Além disso, ao assumir caráter patológico, bruxismo pode afetar também a saúde geral do indivíduo através de interações com diversas comorbidades, tais como distúrbios respiratórios do sono, insônia, Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade, depressão, distúrbios de humor e refluxo gastroesofágico (Carra; Huynh; Lavigne, 2012). Adicionalmente, essa condição pode atuar como fator de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas, incluindo diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias crônicas e câncer, o que contribui para o aumento da mortalidade global (Azil; Yusof; Marhazlinda, 2023).

Bruxismo pode gerar diversas consequências negativas à saúde integral e à qualidade de vida dos militares, impactando no desempenho eficaz de suas atividades (Bustos *et al.*, 2021; Azil; Yusof; Marhazlinda, 2023), na prontidão de combate e no sucesso das missões operacionais (Azil; Yusof; Marhazlinda, 2023).

Adicionalmente, bruxismo do sono pode contribuir para níveis mais elevados de fadiga diurna (Neu *et al.*, 2018), especialmente em um ambiente militar que impõe condições extremamente exigentes ao seu efetivo. Como resultado, a fadiga severa pode reduzir a capacidade desses militares para concluírem ações, prejudicar seu desempenho, além de aumentar a probabilidade de falhas e acidentes em contextos operacionais (Bustos *et al.*, 2021).

A partir da análise de estudos que tratam sobre prevalência de bruxismo em militares é possível inferir que essa população aparenta demonstrar maior suscetibilidade à ocorrência do bruxismo quando comparada a outros grupos, uma vez que, em grande parte dos estudos, suas taxas de prevalência se aproximaram do limite superior do intervalo observado na população geral (Lurie *et al.*, 2007; Kaminski; Pawlak, Split, 2009; Marín *et al.*, 2019; AL-Khalifa, 2022). Tais prevalências consideravelmente altas podem ser atribuídas à influência das particularidades das ocupações militares na manifestação do bruxismo.

Especialmente quando foram avaliados grupos específicos, como pilotos das forças aéreas, os dados de prevalência mostraram-se ainda mais elevados (Lurie *et al.*, 2007). De modo que a análise dos resultados de dois estudos que investigaram a prevalência de bruxismo em militares de dois países distintos, avaliando pilotos e não pilotos membros das forças aéreas, possibilitou observar notável diferença na prevalência entre esses dois grupos. Enquanto a prevalência de bruxismo em não pilotos foi de 27% em Israel (Lurie *et al.*, 2007) e 30,9% na Arábia Saudita (Al-Khalifa, 2022), em pilotos as diferenças encontradas foram substancialmente mais elevadas: 69% (Lurie *et al.*, 2007) e 52,7% (Al-Khalifa, 2022), respectivamente. Essas discrepâncias podem indicar uma possível predisposição de pilotos ao bruxismo quando comparados a outros profissionais militares.

Adicionalmente, esses dois estudos observaram que pilotos apresentaram níveis mais elevados de estresse ocupacional (Al-Khalifa, 2022), além de adotarem estratégias de enfrentamento ao estresse menos eficazes em comparação aos demais membros das forças aéreas (Lurie *et al.*, 2007). Desse modo, poderia ser considerado que as elevadas taxas de prevalência de bruxismo observadas nesses pilotos estariam possivelmente associadas ao estresse a que são expostos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado, bruxismo pode comprometer a saúde bucal e a qualidade de vida dos indivíduos ao gerar diversas consequências negativas ao sistema estomatognático, dentre elas danos dentários, lesões periodontais, disfunções temporomandibulares, cefaleias, dores musculares e limitações funcionais. Além disso, sua influência pode se estender à saúde geral ao interagir com diversas comorbidades e ao aumentar a probabilidade de desenvolvimento de doenças crônicas. Adicionalmente, bruxismo do sono tem sido associado a um aumento da fadiga diurna.

Saúde integral e qualidade de vida dos militares são condições fundamentais para o desempenho efetivo e pleno de suas funções, bem como para prontidão militar e eficácia operacional. Ao gerar impactos adversos à saúde, bruxismo não apenas compromete o exercício das atividades militares e o cumprimento da missão como um todo, como gera custos decorrentes de interrupções e falhas operacionais, além de despesas médicas associadas ao tratamento dessa desordem e suas consequências. Portanto, a busca na literatura por estudos sobre bruxismo em militares assume grande relevância.

Conhecer a prevalência de bruxismo no meio militar tem o potencial não apenas de fornecer uma compreensão da magnitude do problema nesse contexto, mas também pode identificar possíveis fatores associados a esse agravo. Além disso, pode orientar a formulação de estratégias de saúde direcionadas à prevenção e gerenciamento dessa patologia, visando mitigar os impactos negativos do bruxismo na saúde e no desempenho operacional dos militares.

REFERÊNCIAS

- AL-KHALIFA, K. S. Prevalence of bruxism and associated occupational stress in Saudi Arabian fighter pilots. **Oman Medical Journal**, v. 37, n. 2, p. e351, 2022.
- ALZAHIRANI, M. M *et al.* Knowledge and attitude of dentists towards obstructive sleep apnea. **International Dental Journal**, v. 72, n. 3, p. 315-21, 2022.
- AZIL, A. A.; YUSOF, Z. Y. M.; MARHAZLINDA, J. Clustering of health and oral health-compromising behaviours in army personnel in central peninsular Malaysia. **Healthcare**, v. 11, n. 5, p. 640, 2023.
- BRACCI, A. *et al.* Current knowledge and future perspectives on awake bruxism assessment: expert consensus recommendations. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 17, p. 5083, 2022.
- BUSTOS, D. *et al.* Non-invasive physiological monitoring for physical exertion and fatigue assessment in military personnel: a systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 16, p. 8815, 2021.
- CARRA, M. C.; HUYNH, N.; LAVIGNE, G. Sleep bruxism: a comprehensive overview for the dental clinician interested in Sleep Medicine. **Dental Clinics of North America**, v. 56, p. 387-413, 2012.
- DEMJAHA, G.; KAPUSEVSKA, B.; PEJKOVSKA-SHAHPASKA, B. Bruxism unconscious oral habit in everyday life. **Open Access Macedonian Journal of Medical Science**, v. 7, n. 5, p. 876-81, 2019.
- GOLDIE, C. *et al.* Obstructive sleep apnea among army aircrew. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 93, n. 5, p. 415-20, 2022.
- GOLDSTEIN, R. E.; CLARK, W. A. The clinical management of awake bruxism. **Journal of the American Dental Association**, v. 148, n. 6, p. 387-91, 2017.
- KAMINSKI, B.; PAWLAK, L.; SPLIT, W. The prevalence of oromandibular dysfunctions in soldiers performing compulsory military service. **Clinical and Experimental Medicine**, v. 50, n. 2, p. 115-8, 2009.
- KLASSER, G. D.; REI, N.; LAVIGNE, G. J. Sleep bruxism etiology: the evolution of a changing paradigm. **Journal of Canadian Dental Association**, v. 81, f2, 2015.
- KOYANO, K. *et al.* Assessment of bruxism in the clinic. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 35, n. 7, p. 495-508, 2008.
- LAVIGNE, G. J. *et al.* Genesis of sleep bruxism: Motor and autonomic-cardiac interactions. **Archives of Oral Biology**, v. 52, n. 4, p. 381-4, 2007.

- LOBBEZOO, F.; NAEIJE, M. Bruxism is mainly regulated centrally, not peripherally. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 28, n. 12, p. 1085-91, 2001.
- LOBBEZOO, F. *et al.* Bruxism defined and graded: an international consensus. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 40, n. 1, p. 2-4, 2013.
- LOBBEZOO, F. *et al.* International consensus on the assessment of bruxism: report of a work in progress. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 45, n. 11, p. 837-44, 2018.
- LURIE, O. *et al.* Bruxism in military pilots and non-pilots: tooth wear and psychological stress. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 78, n. 2, p. 137-9, 2007.
- MANFREDINI, D.; LOBBEZOO, F. Role of psychosocial factors in the etiology of bruxism. **Journal of Orofacial Pain**, v. 23, n. 2, p. 153-66, 2009.
- MANFREDINI, D. *et al.* Epidemiology of bruxism in adults: a systematic review of the literature. **Journal of Orofacial Pain**, v. 27, n. 2, p. 99-110, 2013.
- MANFREDINI, D. *et al.* Bruxism: a summary of current knowledge on aetiology, assessment and management. **Oral Surgery**, v. 13, n. 4, p. 358-70, 2020.
- MANFREDINI, D.; LOBBEZOO, F. Sleep bruxism and temporomandibular disorders: a scoping review of the literature. **Journal of Dentistry**, v. 111, 103711, 2021.
- MARÍN, M. *et al.* Level of work stress and factors associated with bruxism in the military crew of the Peruvian Air Force. **Medical Journal Armed Forces India**, v. 75, n. 3, p. 297–302, 2019.
- MATUSZ, K. *et al.* Common therapeutic approaches in sleep and awake bruxism – an overview. **Neurologia i Neurochirurgia Polska**, v. 56, n. 6, p. 455-63, 2022.
- MELO, G. *et al.* Bruxism: an umbrella review of systematic reviews. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 46, n. 7, p. 666-90, 2019.
- MURALI, R. V.; RANGARAJAN, P.; MOUNISSAMY, A. Bruxism: conceptual discussion and review. **Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences**, v. 7, Suppl 1, p. S265-70, 2015.
- NEU, D. *et al.* Effect of sleep bruxism duration on perceived sleep quality in middle-aged subjects. **European Journal of Oral Sciences**, v. 126, n. 5, p. 411-6, 2018.
- NOTA, A. *et al.* Occlusion time analysis in military pilots affected by bruxism. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1408, 2019.
- WETSELAAR, P. *et al.* The prevalence of awake bruxism and sleep bruxism in the dutch adult population. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 46, n. 7, p. 617-23, 2019.

Exercícios terapêuticos para diminuição da dor na coluna em pilotos e tripulantes

Natalia Santos da Silva (HFAG - FAB)

Frederico de Oliveira Meirelles (HCA - FAB)

Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (UNIFA - FAB)

RESUMO

Explorar os dados de estudos experimentais acerca do efeito de exercícios terapêuticos para diminuição de dor na coluna em pilotos e tripulantes, a fim de levantar e analisar as características dos protocolos utilizados, bem como os resultados obtidos.

Palavras-chave: Medicina aeroespacial; desordens musculoesqueléticas; saúde ocupacional; voo; exercício.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Dor na coluna na aviação

As desordens de coluna relacionadas ao voo são classificadas em dor cervical, torácica e lombar (Grossman *et al.*, 2012) e consistem na maior causa de afastamento do serviço em pilotos chineses (Yang *et al.*, 2021).

A prevalência de cervicalgia em pilotos de caça pode alcançar 93% em um ano (Mastalerz *et al.*, 2022). Entre pilotos de helicóptero pode chegar a 57% em um período de três meses, com 32% apresentando recorrências. Ao longo da vida chega a 81% em pilotos de helicóptero e 84% em tripulantes, sendo considerada mais alta neste grupo ocupacional em comparação à população geral (Murray *et al.*, 2017).

Com a introdução de aeronaves capazes de atingir maiores forças +Gz, a partir da década de 1980, a dor cervical em pilotos tornou-se alvo de maior atenção (Wagstaff; Jahr; Rodskier, 2012), devido ao seu potencial de prejudicar a concentração, o controle motor, a estabilidade postural, e por consequência, a segurança das operações (Posch *et al.*, 2019).

A dor lombar pode alcançar uma prevalência de 61-80% em pilotos de helicóptero, de acordo com o país analisado (Posch *et al.*, 2019), e atingiu 68% em cadetes e instrutores de voo da aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira, com intensidade média de 3,7 pontos na Escala Numérica de Dor (Gomes *et al.*, 2022).

Quanto à dor torácica, houve prevalência de 32% dentre 320 pilotos de caça finlandeses, com maior risco naqueles com mais horas de voo sob força +Gz (OR 6.1, IC 95% = 1.6-23.1, P = 0.0007) (Hämäläinen, 1999). Ademais, pilotos de caça apresentaram mais frequentemente dor em múltiplas regiões (25%) quando comparados pilotos de transporte (9%) (Grossman *et al.*, 2012).

Os fatores de risco para dor na coluna associados à aviação compreendem vibração de corpo inteiro, altos níveis e variações de força +Gz e uso de capacetes e óculos de visão noturna (Hämäläinen, 1999; Grossman *et al.*, 2012; Mastalerz *et al.*, 2022). Posição sentada prolongada, ergonomia da cabine e angulação dos assentos (Posch *et al.*, 2019; Mastalerz *et al.*, 2022), bem como tempo de recuperação inadequado entre missões também são apontados (Grossman *et al.*, 2012).

Em termos de fatores intrínsecos, somente a resistência à fadiga no teste de prancha lateral foi significativamente pior em pilotos de caça brasileiros com dor lombar comparados aqueles sem queixas (Gomes *et al.*, 2022). De forma similar, outro estudo não encontrou associação entre piores resultados em testes funcionais da coluna, incluindo força isométrica, resistência de musculatura abdominal e mobilidade, com a predição de lombalgia ao longo de cinco anos de acompanhamento, dentre pilotos de asas fixas (Honkanen *et al.*, 2017). Em contrapartida, outros autores identificaram maior rigidez nos segmentos da coluna de aviadores, em todos os planos de movimento (Herencia *et al.*, 2011).

O entendimento corrente compreende a dor nas costas como um fenômeno biopsicossocial, o que justifica a dificuldade de se identificar fatores de risco unidimensionais: deve-se considerar questões anatomopatológicas, físicas, psicológicas, de estilo de vida e contexto social (O’Keeffe *et al.*, 2020).

1.2. Exercícios terapêuticos

Exercícios são considerados estratégias terapêuticas acessíveis, custo-efetivas e de primeira linha para tratamento da dor (Polaski *et al.*, 2019). Diferentes modalidades de exercícios são comparadas no tratamento da dor lombar na população geral, como Pilates, exercícios de força, aeróbicos e de controle motor (Owen *et al.*, 2020). Em uma metanálise do tipo network com 70 estudos incluídos avaliando a eficácia de diversas modalidades de exercícios para a dor lombar inespecífica, Pilates ($P < 0.001$), aeróbicos ($P = 0.006$) e estabilização/controlado motor ($P < 0.001$), seguidos de resistência ($P = 0.002$), outros ($P < 0.001$) e multimodais ($P < 0.001$) foram capazes de promover redução da dor (Owen *et al.*, 2020). Apesar dos resultados apresentados, o estudo não forneceu dados referentes à heterogeneidade dos estudos incluídos e a sua comparação entre si, o que deve ser visto com ressalvas.

No âmbito da aviação, algumas intervenções baseadas em exercícios obtiveram resultados favoráveis no alívio da dor cervical em pilotos e tripulantes de caça (Lange *et al.*, 2013; Äng; Monnier; Harms-Ringdahl, 2023; Walsh *et al.*, 2023). Sugere-se a implementação de exercícios com intuito de aumentar a capacidade de suportar a sobrecarga relativa às variáveis do voo sobre a musculatura, reduzindo o risco de dor (Murray *et al.*, 2017). O quadro 1 sintetiza os dados dos estudos experimentais acerca do efeito do exercício sobre a dor cervical.

Quadro 1 - Sumário dos estudos Experimentais - Cervical.

Estudo	N	Intervenção	Frequência Semanal	Duração (semanas)	Controle	Desfecho	Instrumento de avaliação	Resultado
Lange, 2013	55	Força, Resistência e Coordenação cervical	3	24	Passivo	Intensidade da dor, últimos 7 dias	Questionário Nórdico Modificado	Favorável à intervenção
Murray, 2017	69	Força, Resistência e Coordenação cervical e ombros	3	20	Passivo	Intensidade da dor, últimos 7 dias	Questionário Nórdico Modificado	Nulo
Bahat, 2020	45	Treino cinemático cervical por RV	4	4	Ativo*	Intensidade da dor, últimos 7 dias	Escala Visual Analógica de 100mm	Nulo
Alricsson, 2014	40	Força, Resistência e Flexibilidade cervical e torácica com supervisão	2-3	24-32	Ativo*	Frequência de dor, últimos 3 meses	Escala de frequência de dor nos últimos 3 meses	Nulo
Äng, 2009	68	Resistência e Coordenação cervical e cervico-escapular	Diária (2x/dia)	6	Ativo	Prevalência de dor, últimos 7 dias	Questionário Nórdico Modificado	Favorável à intervenção*
Walsh, 2023	42	Flexibilidade	N.I.	4	Passivo*	Intensidade da dor pós voo	Escala Numérica de Dor 0-10	Favorável à intervenção
Salmon, 2013	42	Resistência	3	12	Ativo*	Intensidade da dor	Escala Visual Analógica de 100mm	Nulo

Descrição dos itens com um (*) no texto

* = o estudo avaliou o resultado sobre o desfecho dor somente 12 meses após o fim da intervenção.

Fonte: Os autores.

São encontrados estudos experimentais com diferentes protocolos. Exercícios de força, resistência e coordenação da ativação de músculos profundos e superficiais, foram utilizados de forma combinada para dor cervical em pilotos de caça (Lange *et al.*, 2013) e de helicóptero (Murray *et al.*, 2017; Äng; Monnier; Harms-Ringdahl, 2023). Outras combinações também analisadas foram: treino de força, resistência e flexibilidade cervical e torácica para dor cervical em pilotos de caça (Alricsson *et al.*, 2004); resistência de tronco com coordenação de músculos profundos abdominais intercalados com 1 minuto de estímulos aeróbicos para pilotos de helicóptero (Andersen *et al.*, 2017) e resistência de tronco com coordenação de músculos profundos abdominais para pilotos de caça (Mendes *et al.*, 2024), com dor lombar. O quadro 2 demonstra as informações sobre os estudos em dor lombar.

Quadro 2 - Sumário dos estudos Experimentais - Lombar.

Estudo	N	Intervenção	Frequência Semanal	Duração (semanas)	Controle	Desfecho	Instrumento de Avaliação	Resultado
Brandt, 2015	12	Fortalecimento de CORE	4	12	Ativo	Intensidade da dor diária	Escala Numérica de Dor 0-10	Nulo
Mendes, 2021	14	Resistência e Coordenação lombar	2	12	Ativo	Intensidade da dor	Escala Numérica de Dor 0-10	Favorável à intervenção
Walsh, 2023	42	Flexibilidade	N.I.	4	Passivo*	Intensidade da dor pós voo	Escala Numérica de Dor 0-10	Favorável à intervenção
Andersen, 2017	20	Resistência, Coordenação lombar e Aeróbicos	3	12	Ativo*	Intensidade da dor, últimos 7 dias	Escala Numérica de Dor 0-10	Favorável à intervenção

CORE: músculos profundos abdominais; Descrição dos itens com um (*) no texto.

Fonte: Os autores.

Outros estudos testaram a eficácia de abordagens isoladas: treino cinemático da coluna cervical através de equipamento de realidade virtual, para ganho de amplitude de movimento (ADM), de tempo de reação e de precisão nos movimentos, em pilotos de caça e helicóptero com cervicalgia (Bahat *et al.*, 2020); alongamentos para dor cervical, torácica e lombar em pilotos e tripulantes de helicóptero (Walsh *et al.*, 2023); treino de resistência de músculos cervicais para pilotos de helicóptero com dor cervical (Salmon; Harrison; Neary, 2011) e fortalecimento de CORE para lombalgia em pilotos de helicóptero (Brandt *et al.*, 2015). Apenas um estudo avaliou também os resultados sobre a dor torácica (Walsh *et al.*, 2023), conforme disponível no quadro 3.

Quadro 3 - Sumário dos estudos Experimentais - Torácica.

Estudo	N	Intervenção	Frequência Semanal	Duração (semanas)	Controle	Desfecho	Instrumento de avaliação	Reavaliação	Resultado
Walsh, 2023	42	Flexibilidade	N.I.	4	Passivo*	Intensidade da dor pós voo	Escala Numérica de Dor 0-10	Após 4 semanas	Favorável à intervenção

Descrição dos itens com um (*) no texto.

Fonte: Os autores.

Houve grande variação quanto à duração dos programas (4 a 32 semanas). A frequência semanal variou de duas vezes por semana até diariamente duas vezes por dia. Em um estudo os participantes realizaram sessões de alongamentos antes e após o voo, porém a frequência de voos não foi descrita (Walsh *et al.*, 2023). Uma metanálise com 75 estudos, investigando a influência de parâmetros dosimétricos (tempo de exercício por semana, frequência semanal, duração em semanas e intensidade) sobre a eficácia de exercícios para redução da dor na população geral, encontrou correlação positiva significativa ($r = 0.8619$, $P = 0.0059$) entre duração em semanas e hipoalgesia para a região cervical, mas também não informou quanto à heterogeneidade dos estudos analisados (Polaski *et al.*, 2019).

Observa-se diferenças também quanto aos grupos de comparação. Alguns autores utilizaram grupos de comparação (controle) passivos: não receberam nenhum tipo de intervenção (Murray *et al.*, 2017; Lange *et al.*, 2013; Walsh *et al.*, 2023). Outros autores implementaram grupos controle ativos, ou seja, explicitaram que os participantes desse grupo deveriam continuar suas atividades físicas habituais durante o período do estudo (Brandt *et al.*, 2015; Mendes *et al.*, 2024; Äng; Monnier; Harms-Ringdahl, 2023).

Ainda houve aqueles que compararam diferentes intervenções baseadas em exercícios (Salmon; Harrison; Neary, 2011; Andersen *et al.*, 2017), bem como um protocolo supervisionado versus o mesmo protocolo sem supervisão (Alricsson *et al.*, 2004), e por último, um estudo que além de estimular os participantes a se manterem fisicamente ativos, também

permitiu que continuassem seu tratamento fisioterapêutico, se o fizessem (Bahat *et al.*, 2020). Tais estudos receberam um asterisco ao lado do termo “ativo” nos quadros de sumário.

Os instrumentos de avaliação do desfecho primário consistiram basicamente na avaliação objetiva da intensidade da dor (escala visual analógica e escala numérica visual) ou através do questionário nórdico modificado, o qual apresenta um diagrama corporal e perguntas sobre a presença/frequência de dor por região do corpo e o nível de incapacidade associado, com respostas dicotômicas (sim ou não). O que se justifica por tratarem-se de medidas rápidas, baratas e de fácil entendimento (Lange *et al.*, 2013). É importante destacar que apenas quatro trabalhos tiveram a presença de dor no baseline como critério de inclusão (Brandt *et al.*, 2015; Andersen *et al.*, 2017; Mendes *et al.*, 2024; Bahat *et al.*, 2020), e que um teve a prevalência de dor e não a intensidade de dor como desfecho principal (Äng; Monnier; Harms-Ringdahl, 2023).

Os estudos em dor cervical constituem os de maior número de participantes, e são também os mais prevalentes na literatura. Este fato corrobora com os dados epidemiológicos sobre dor cervical em pilotos apresentados anteriormente. Os estudos sobre dor lombar apresentaram tamanho amostral notadamente menores e, apenas um incluiu as três regiões da coluna (Walsh *et al.*, 2023). A maioria dos trabalhos publicados foram desenvolvidos no hemisfério norte global, sendo apenas um na América do Sul (Mendes *et al.*, 2024) e um no Oriente Médio (Bahat *et al.*, 2020).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos disponíveis acerca do efeito de exercícios terapêuticos na redução da dor na coluna em pilotos e tripulantes demonstram importante variabilidade quanto ao tipo de exercício implementado, à frequência semanal e a duração em semanas da intervenção. A dor cervical nesse contexto vem sendo mais estudada, os ensaios em dor lombar nessa população são poucos e expressivamente menores em tamanho amostral, e a dor torácica somente foi avaliada em um deles. A metodologia é igualmente variável entre os estudos, destacando-se os tipos de grupo controle, tipo de desfecho (prevalência x intensidade da dor) e a presença de dor como critério de inclusão. A literatura atual acerca deste tema carece de estudos com maior robustez amostral e rigor metodológico, contudo exprime as dificuldades logísticas associadas a esta população específica.

REFERÊNCIAS

- ALRICSSON, M. *et al.* Neck muscle strength and endurance in fighter pilots: Effects of a supervised training program. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 75, n. 1, p. 23-8, 2004.
- ANDERSEN, K. *et al.* Impact of exercise programs among helicopter pilots with transient LBP. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 18, p. 269, 2017.
- ÄNG, B. O.; MONNIER, A.; HARMS-RINGDAHL, K. Neck/Shoulder exercise for neck pain in air force helicopter pilots: A randomized controlled trial. **Spine**, v. 34, n. 16, p. 544-51, 2009.
- BAHAT, H. S. *et al.* Self-Kinematic Training for Flight-Associated Neck Pain: a Randomized Controlled Trial. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 91, n. 10, p. 790-7, 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.
- GOMES, S. R. A. *et al.* Factors associated with low back pain in air force fighter pilots: a cross-sectional study. **BMJ Military Health**, v. 168, n. 4, p. 299-302, 2022.
- GROSSMAN, A. *et al.* Back symptoms in aviators flying different aircraft. *Aviation, space, and environmental medicine*. **Tel Hashomer**, v. 83, n. 7, p. 702-5, 2012.
- HÄMÄLÄINEN, O. Thoracolumbar pain among fighter pilots. **Military Medicine**, v. 164, n. 8, p. 595-6, 1999.
- HERENCIA, J. A. C. *et al.* Alteraciones radiológicas y movilidad de la columna vertebral observadas en pilotos de combate españoles. **Sanidad Militar**. v. 67, n. 4, p. 361-6, 2011.
- HONKANEN, T. *et al.* Functional test measures as risk indicators for low back pain among fixed-wing military pilots. **Journal of the Royal Army Medical Corps**, v. 163, n. 1, p. 31-4, 2017.
- LANGE, B. *et al.* Effect of targeted strength, endurance, and coordination exercise on neck and shoulder pain among fighter pilots: a randomized-controlled trial. **The Clinical Journal of Pain**, v. 29, n. 1, p. 50-9, 2013.
- MASTALERZ, A. *et al.* Pain in the cervical and lumbar spine as a result of high G-force values in military pilots-a systematic review and meta-analysis. **Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, 13413, 2022.
- 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, p. 147, 2017.

- O'KEEFFE, M. *et al.* Cognitive functional therapy compared with a group-based exercise and education intervention for chronic low back pain: a multicentre randomised controlled trial (RCT). **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 13, p. 782-9, 2020.
- OWEN, P. J. *et al.* Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 21, p. 1279-87, 2020.
- POLASKI, A. M. *et al.* Exercise-induced hypoalgesia: A meta-analysis of exercise dosing for the treatment of chronic pain. **PloS One**, v. 14, n. 1, p. e0210418, 2019.
- 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.
- SALMON, D. M.; HARRISON, M. F.; NEARY, J. P. Neck pain in military helicopter aircrew and the role of exercise therapy. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 82, n. 9, p. 1-10, 2011.
- 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.
- WALSH, J. B. *et al.* Stretching and self-myofascial release in helicopter aircrew to reduce neck and back pain (phase 1). **Military Medicine**, v. 188, n. 7-8, p. e2109-17, 2023.
- 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. **Frontiers in Public Health**, v. 9, 744601, 2021.

Análise da carga de treinamento de duas séries da pista de treinamento em circuito por meio de marcadores bioquímicos e imagem termográfica em militares do Exército Brasileiro

Peter Silva Júnior (IPCEx - EB)

Danielli Braga de Mello (EsEFEx - EB)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi apresentar a aplicabilidade e relevância da análise de marcadores bioquímicos de dano muscular, e temperatura da pele captada por termografia infravermelha, em cargas de treinamento de um treinamento em circuito para desempenho operacional de militares das Forças Armadas.

Palavras-chave: Carga de treinamento; treinamento em circuito; marcadores bioquímicos; termografia infravermelha.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

Os principais atributos físicos relacionados a um eficiente desempenho em tarefas militares são a força e resistência musculares (Vaara *et al.*, 2022), e o treinamento em circuito parece oferecer progressos para essas valências (Marín-Pagán *et al.*, 2020). Missões tipicamente militares demandam perfis atrelados aos desempenhos neuromusculares e fisiológicos. Sendo assim, sua performance pode ser função da adequação dos perfis de sobrecarga em exercícios. Visando desenvolver essa aptidão muscular específica como elemento da capacitação física geral dos militares da Força Terrestre, o Exército Brasileiro (EB) mantém constante a atualização de sua doutrina do treinamento físico militar (TFM). E dentre as variações de exercícios neuromusculares previstos, a Pista de Treinamento em Circuito (PTC) se destaca como a única atividade com implementos executada de forma coletiva que busca desenvolver o condicionamento da força e resistência muscular localizada (Brasil, 2021). O que justificaria um estudo sobre os efeitos fisiológicos das cargas de treinamento da nova versão da PTC no TFM do EB.

A seguir será apresentado um embasamento teórico que sustenta a proposta do presente trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A pista de treinamento em circuito

Em ambiente militar, o Treinamento em Circuito (TC) requer um mínimo de infraestrutura e disponibilidade de tempo (Marín-Pagán *et al.*, 2020). Desenvolve a resistência, e promove aumento da força muscular de membros superiores (Da Rosa *et al.*, 2018), e das pernas (Kundu, 2017). Visando desenvolver essas aptidões em militares, a PTC é executada de forma coletiva e com implementos. Sendo constituída por 10 (dez) estações de exercícios realizados em sequência (Brasil, 2021), conforme indicado no Quadro 1.

Quadro 1 - Exercícios em uma estação da PTC.

ESTAÇÃO	EXERCÍCIO	GRUPO MUSCULAR	INTERVALO ATIVO
01	Flexão na barra fixa	Dorsal	Corrida estacionária
02	Subida na escada ou caixote com a barra	Quadríceps	Polichinelo
03	Elevação pélvica unilateral (com apoio no pé esquerdo)	Bíceps femoral	Pular a corda
04	Remada vertical	Trapézio	Corrida estacionária
05	Agachamento com a barra (SUMÔ)	Quadríceps	Polichinelo
06	Desenvolvimento com barra	Deltoide	Pular a corda
07	Agachamento com a barra	Quadríceps	Corrida estacionária
08	Elevação pélvica unilateral (com apoio no pé direito)	Bíceps femoral	Polichinelo
09	Supino com a barra	Peitoral	Pular a corda
10	Abdominal Infra	Abdominal	Corrida estacionária

Fonte: Brasil, 2021.

A sobrecarga na PTC pode ser dividida em 4 (quatro) etapas utilizando repetições, séries e passagens pelas estações (Brasil, 2021), conforme indicado no Quadro 2.

2.2. A carga interna de treinamento

A Carga de Treinamento (CT) pode ser quantificada por meio da Carga Externa de Treinamento (CET), que é a tensão física imposta com o número de séries, repetições, pesos ou intervalo; e da Carga Interna de Treinamento (CIT), que é o estresse fisiológico que induz à adaptação ao estímulo (McGuigan, 2017). Estudos apontam que a CET para tarefas militares demanda grande volume e intensidade moderada (Michael *et al.*, 2021). O controle da CT é essencial para manipular o estímulo aplicado a um indivíduo durante o exercício. E a performance vem da interação entre essas duas faces da CT (Impellizzeri *et al.*, 2019). Sendo uma consequência direta da avaliação por meio da CET, e da resposta fisiológica aguda na CIT (Foster *et al.*, 2017).

E uma variável de CIT que vem sendo muito utilizada é a temperatura da pele (Tsk) avaliada por meio de Termografia Infravermelha (TIV).

Quadro 2 - As Cargas de Treinamento da PTC.

DESENVOLVIMENTO DE PADRÕES				
SEMANA	CARGA			TEMPO DE EXECUÇÃO
	PASSAGEM	NR DE REPETIÇÕES	NR DE SÉRIES NA ESTAÇÃO	
0	Aprendizado dos exercícios		-	30 s
1	TRM e seleção do peso		-	
2	01 (uma)	12 a 15	1	
3	01 (uma)	12 a 15		
4	01 (uma)	12 a 15		
5	02 (duas)	12 a 15		
6	02 (duas)	12 a 15		
7	02 (duas)	12 a 15		
8	02 (duas)	12 a 15		
9	02 (duas)	12 a 15		
10	02 (duas)	12 a 15		
11	02 (duas)	12 a 15		
12	02 (duas)	12 a 15		
Transição	TRM e seleção do peso			
13	02 (duas)	10 a 12		
14	02 (duas)	10 a 12		
15	02 (duas)	10 a 12		
16	02 (duas)	10 a 12		
17	01 (uma)	10 a 12	2	
18	01 (uma)	10 a 12		
19	01 (uma)	10 a 12		
20	01 (uma)	10 a 12		
21	01 (uma)	10 a 12		
22	01 (uma)	10 a 12		
23	01 (uma)	10 a 12		
24	01 (uma)	10 a 12		

Fonte: Brasil, 2021.

2.3. Temperatura da pele

Essa tecnologia está cada vez mais acessível, devido aos resultados objetivos e simplicidade de interpretação. Além de não ser um método invasivo (Ignacio *et al.*, 2017), é uma ferramenta que indica o metabolismo acelerada em áreas do corpo, apontando locais com movimento de marcadores pela recuperação fisiológica, ou com chance de desenvolver lesões (Fernandes *et al.*, 2017).

O aumento da demanda metabólica resulta também em resposta térmica na Tsk pela redistribuição do aporte sanguíneo cutâneo (Dias *et al.*, 2021). Um estudo (Albuquerque *et al.*, 2022) observou uma relação de dependência entre microlesão muscular e concentração de calor local. A temperatura do processo inflamatório nos músculos internos é transferida, por condução, para o tecido da superfície da pele (Dos Santos *et al.*, 2022).

Um trabalho elaborou uma lista de verificação com 15 itens com padronizações de coleta na TIV (Moreira *et al.*, 2017). Minimizando variáveis externas ao experimento que poderiam comprometer as aferições. Na mesma direção, uma revisão (Romão *et al.*, 2021) destacou protocolos de avaliação, como o momento das coletas, a escolha das regiões específicas de interesse (ROIs) com base no músculo recrutado; e o uso de sala de aclimação (Rodrigues Júnior *et al.*, 2021). Um estudo (Rojas-Valverde *et al.*, 2021) recomenda que na escolha das ROIs sejam selecionados os setores específicos do segmento corporal, que correspondam aos grupamentos musculares ativados no exercício.

Um estudo (Majano *et al.*, 2022) observou com TIV o efeito agudo de dois volumes de treino de força, e verificaram que um maior volume resulta em valores significativamente mais altos que um menor. Outros trabalhos (Fernandes *et al.*, 2017; Albuquerque *et al.*, 2022) mediram a Tsk por TIV após o exercício nas primeiras 24, 48 e 72 horas. E foi constatado que a Tsk continuava elevada 24 horas após o exercício.

Ainda não há consenso na literatura se a variação na Tsk pode ser associada aos marcadores de dano muscular. Mas alguns estudos já apresentaram essa associação, como a pesquisa (Dias *et al.*, 2021) que encontrou uma correlação moderada entre Creatinaquinase (CK) e Tsk em membros inferiores pós exercício. Identificando a Tsk também como uma variável associada ao dano muscular (Albuquerque *et al.*, 2022).

2.4. Marcadores bioquímicos

Dano muscular indireto

Danos musculares induzidos pela sobrecarga do exercício, causam prejuízo na integridade das fibras ocasionando o extravasamento das proteínas e enzimas que estavam presentes na célula para o sangue, como CK, lactato desidrogenase (LDH), aspartato aminotransferase (AST) e mioglobina (Mb). E a consequente

elevação da concentração sérica desses marcadores bioquímicos, caracterizaria uma resposta inflamatória aguda (Bessa *et al.*, 2016). Marcadores tem elucidado aspectos da CII, mensurando a contribuição do metabolismo nas adaptações à carga de treino pós exercício (Chernozub *et al.*, 2022). O nível do dano muscular, relacionado à intensidade, duração e quantidade de músculos ativados, influenciará diretamente o tempo da regeneração celular (Peake *et al.*, 2017).

Inflamação tecidual muscular

A avaliação por parâmetros bioquímicos de microlesão muscular causada pelo exercício tem a CK como marcador mais empregado (Giechaskiel, 2020). Pesquisas (Bessa *et al.*, 2016; De Souza *et al.*, 2017) mostraram que um dano muscular induzido por contrações excêntricas, com carga de moderada a alta, pode estar relacionado a níveis de CK maiores no plasma. Alguns trabalhos indicaram que a CK aumentou no soro imediatamente após o exercício, tendo seu pico após 24 horas, e diminuição significativa ocorrendo após 72 horas (Gadruni *et al.*, 2015; Bessa *et al.*, 2016).

Uma análise da transposição de Lac dentro das células musculares e entre os tecidos pode indicar a demanda metabólica envolvida no processo, e ser útil protocolos de treino (Dantas *et al.*, 2018). Métodos de TC, característicos por intensidade moderada e maior número de repetições, produzem níveis maiores de Lac devido à prioridade que o sistema glicolítico de energia recebe nesse tipo de exercício (Aguilar *et al.*, 2018).

O aumento da permeabilidade celular causados pelo exercício também permitem a liberação de proteína LDH na circulação. Existe maior dosagem desse componente no soro em protocolos que enfatizem a fase excêntrica do movimento (Gadruni, 2015). Estudos apontaram elevações de moderada a muito grandes de LDH nas primeiras 24 horas pós exercício (Silva *et al.*, 2018). E um trabalho (Barros *et al.*, 2020) encontrou relação entre o aumento dos níveis plasmáticos de LDH e a temperatura da pele, após uma sessão de treino.

A Mb é considerada um marcador bastante sensível. Seus níveis se elevam de 3 a 4 vezes imediatamente após o estímulo, alcançam o pico em torno de 3 horas e diminuem a partir de 24 horas pós treino (Cervellin *et al.*, 2017). Mas um outro estudo (Silva *et al.*, 2018) demonstrou que a Mb permaneceu com dosagem alta mesmo após 24 horas.

Inflamação hepática

A elevação da dosagem no soro de enzimas hepáticas deve-se à necessidade de uma resposta robusta do fígado frente às demandas aceleradas do metabolismo exigidas pelo exercício. TC pode elevar a ativação da função hepática por até 7 dias após o estímulo (Silva *et al.*, 2018).

A enzima AST está presente em vários tecidos do corpo humano. A maior parte se encontra nos tecidos musculoesquelético e hepático, mas também pode ser observada em menor concentração no tecido cardíaco e em eritrócitos. Por isso, deve-se combinar sua dosagem com outros marcadores que são músculo-específicos, como a CK e Mb, caracterizando o aumento de AST como relação direta ao dano nesses tecidos (Lippi *et al.*, 2018).

Um estudo (Mello *et al.*, 2017) aferiu a CIT no efeito de exercícios de intensidade moderada sobre lesões em células musculares por meio de transaminases, e observou elevação significativa nos níveis de ALT.

3. DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Estudos envolvendo a CT de métodos de TFM neuromusculares são extensos na literatura. Contudo, a nova configuração da PTC do Manual de Campanha de Treinamento Físico Militar EB70-MC-10.375 é muito recente (Brasil, 2021). Resultando em escassez de pesquisas vocacionadas para essa versão específica de exercício praticado no EB.

A natureza da atividade militar demanda CT baseada em força e resistência com volumes relativamente grandes de atividade física e intensidade moderada (Kyröläinen *et al.*, 2018). As adaptações fisiológicas agudas pós exercício tem sido habitualmente investigados por meio de marcadores bioquímicos para elucidar a contribuição do metabolismo anaeróbio (Silva *et al.*, 2018).

Segundo um estudo (Ignacio *et al.*, 2017), as informações de marcadores bioquímicos para monitorar a identificação da CIT podem se tornar ferramentas ainda mais acertadas se analisadas juntamente com imagens de TIV. Pesquisas futuras envolvendo respostas termográficas aferidas do treinamento resistido deveriam abordar variadas CET, alterando o número de repetições e séries (Peake *et al.*, 2017).

Do acima exposto fica evidente uma lacuna de conhecimento a ser preenchida com relação à influência aguda de cargas de treinamento da nova versão da PTC em militares do EB. Analisando possíveis diferenças significativas entre elas por meio de estudos mais robustos voltados para marcadores bioquímicos combinados com imagens de TIV, que indiquem desgaste muscular ao longo do tempo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

- Avaliar o efeito agudo de duas cargas de treinamento da Pista de Treinamento em Circuito militar sobre os marcadores bioquímicos e imagem termográfica em militares do Exército Brasileiro.

4.2. Objetivos específicos

- Mensurar os níveis sanguíneos dos marcadores bioquímicos de lesão e inflamação tecidual: CK, LDH, Lac e Mb; e os de inflamação hepática: AST e ALT - de militares, antes e após duas diferentes cargas de treinamento do protocolo de execução da Pista de Treinamento em Circuito.
- Mensurar as imagens de termografia infravermelha da superfície da pele das regiões da musculatura envolvida no exercício, antes e após duas diferentes cargas de treinamento do protocolo de execução da Pista de Treinamento em Circuito.
- Correlacionar os marcadores indiretos de dano muscular e as imagens de termografia infravermelha coletados durante o protocolo de treino da Pista de Treinamento em Circuito.
- Mensurar possível perda de desempenho de força por meio de Testes de Força de Preensão Manual e de Tração Lombar, antes e após duas diferentes cargas de treinamento do protocolo de execução da Pista de Treinamento em Circuito.
- Mensurar a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) por meio da Escala de Borg Modificada e a Percepção Subjetiva de Recuperação (PSR) durante duas diferentes cargas de treinamento do protocolo de execução da Pista de Treinamento em Circuito.

5. APLICABILIDADE E RELEVÂNCIA

Os principais atributos físicos relacionados a um eficiente desempenho em tarefas essencialmente militares, que apresentam características únicas, são a força e resistência musculares associados ao levantamento repetitivo de peso (Vaara *et al.*, 2022). E o treinamento em circuito parece oferecer progressos significativos para esse tipo de capacidade muscular (Marín-Pagán *et al.*, 2020).

Missões operacionais tipicamente militares demandam perfis profundamente atrelados aos desempenhos neuromusculares e fisiológicos. Sendo assim, a performance da operacionalidade militar pode ser função direta da adequação dos perfis de sobrecarga de trabalho em exercícios físicos. O que justifica um estudo envolvendo os efeitos da carga de treinamento em diferentes séries da nova PTC.

Por ser caracterizado como um método de treinamento físico neuromuscular de moderada intensidade e alto volume disponibilizado na maior parte das Organizações Militares do EB, é fundamental coletar dados sobre o funcionamento desses marcadores que indiquem desgaste fisiológico ao longo do tempo, de forma combinada com imagens TIV, demonstrando localmente a ativação metabólica

dos segmentos musculares empregados. Com os resultados gerados a partir desta pesquisa, espera-se que haja relevante melhoria do desempenho humano operacional de militares do EB por meio dos seguintes produtos citados a seguir:

Melhoria do Treinamento Físico Militar: Ao entender a resposta fisiológica de diferentes cargas de treinamento de uma sessão de PTC, e avaliando possíveis diferenças significativas no grau de intensidade de faixas de treinamento desse exercício, pode-se otimizar o treinamento físico para militares, visando melhorias no desempenho e na recuperação pós-exercício.

Prevenção de Lesões: Examinando a real viabilidade de cargas definidas para a PTC em Manual Militar para melhoria da performance neuromuscular, e se elas oferecem uma sobrecarga gradual crescente, pode-se ainda verificar se existe alguma possibilidade de lesão por estresse fisiológico devido à sobrecarga excessiva. E identificar padrões que estejam associados a um maior risco de lesões musculares, pode permitir a implementação de estratégias preventivas mais eficazes pelos Oficiais de Treinamento Físico (OTFM) nos Corpos de Tropa do EB.

Validação de Métodos de Avaliação e Protocolos de Treinamento: A pesquisa pode contribuir para a validação e aprimoramento desses métodos de avaliação utilizados, contribuindo para o desenvolvimento de protocolos de treinamento mais eficientes e seguros. Além de possibilitar uma reformulação, ou ratificação, desses protocolos previstos no Manual Militar de TFM vigente. Consolidando com respaldo científico, por meio do desenvolvimento de recomendações práticas, o método de treinamento da PTC na melhoria do desempenho humano operacional.

Especificidade para População Militar: A aplicabilidade direta dessa pesquisa para militares destaca sua relevância para uma população específica, considerado o atleta tático, que possui demandas físicas e fisiológicas distintas de outros grupos. E as apresentações dos resultados deste trabalho em Congressos e Eventos vocacionados para o público militar irá difundir esse conhecimento científico, e fornecerá informações essenciais para a tomada de decisões relacionadas à capacitação física do EB baseadas em evidências.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando escassas as pesquisas quanto à observação do efeito agudo pós treinamento da PTC nos marcadores indiretos de dano muscular combinados com a mensuração de temperatura da pele das regiões musculares recrutadas na atividade, este estudo analisará a influência de duas diferentes cargas de treinamento de uma sessão de PTC executada por militares nos marcadores bioquímicos no sangue, e nas imagens TIV desses indivíduos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR S. S. *et al.* Acute metabolic responses following different resistance exercise protocols. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 43, n. 8, p. 838-43, 2018.
- ALBURQUERQUE S. P. V. *et al.* Relationship between infrared thermography and muscle damage markers in physically active men after plyometric exercise. **Journal of Thermal Biology**, v. 104, 103187, 2022.
- BARROS, N. D. A. *et al.* Evaluation of muscle damage, body temperature, peak torque, and fatigue index in three different methods of strength gain. **International Journal of Exercise Science**, v. 13, n. 3, p. 1352-65, 2020.
- BESSA, A. L. *et al.* Exercise intensity and recovery: biomarkers of injury, inflammation, and oxidative stress. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 311-9, 2016.
- BRASIL. Comando do Exército. Estado-maior do Exército. **Manual de Campanha Treinamento Físico Militar** - EB70-MC-10.375, Brasília/DF, 2021.
- CERVELLIN, G. *et al.* Non-traumatic rhabdomyolysis: background, laboratory features, and acute management. **Clinical Biochemistry**, v. 50, n. 12, p. 656-62, 2017.
- CHERNOZUB, A. *et al.* Criteria for assessing the adaptive changes in mixed martial arts (MMA) athletes of strike fighting style in different training load. **PeerJ**, v. 3, n. 10, p. e13827, 2022.
- DA ROSA, S. E. *et al.* Military physical training, muscular strength, and body composition of Brazilian military personnel. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 2, p. 153-6, 2018.
- DANTAS, R. A. E. *et al.* Análise do lactato no exercício aeróbio e resistido. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 17, n. 2, p. 27-34, 2018.
- DE SOUZA, R. P. *et al.* Efeito agudo de uma luta de Mixed Martial Arts (MMA) sobre as concentrações séricas de testosterona, cortisol, creatina quinase, lactato e glicose. **Motricidade**, v. 13, n. 1, pág. 30-7, 2017.
- DIAS, F. A. M. *et al.* Behaviour of skin temperature in exercise via infrared thermography: an integrative review. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 29, n. 3, p. 1-27, 2021.
- DOS SANTOS, T. M. *et al.* Correlation between creatine kinase (CK) and thermography: a systematic review with meta-analysis. **Motricidade**, v. 18, n. 3, P. 467-78, 2022.

- FERNANDES, A. A. *et al.* Effect of a professional soccer match in skin temperature: a case study. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 13, n. 3, p. 330-4, 2017.
- FOSTER, C. *et al.* Monitoring training loads: The past, the present, and the future. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, suppl 2, p. S22-8, 2017.
- GADRUNI, K. *et al.* Effect of elastic-band exercise on muscle damage and inflammatory responses in taekwondo athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 4, p. 297-301, 2015.
- GIECHASKIEL, B. Weight training and creatine kinase (CK) levels: A literature review. **International Journal of Science and Research**, v. 9, n. 1, p. 303-11, 2020.
- IGNACIO, J. *et al.* **Application of infrared thermography in sports science**. Ney York/NY: Springer Nature, 2017.
- IMPELLIZZERI, F. M. *et al.* Internal and external training load: 15 years on. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270-3, 2019.
- KUNDU, S. Effects of circuit training and plyometric training on leg strength. **Journal of Physical Education and Sports**, v. 2, n. 12, p. 77-80, 2017.
- KYRÖLÄINEN, H. *et al.* Optimising training adaptations and performance in military environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1131-8, 2018.
- LIPPI, G. *et al.* Diagnostic biomarkers of muscle injury and exertional rhabdomyolysis. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 57, n. 2, p. 175-82, 2018.
- MAJANO, C. *et al.* Fatigue detection in elite footballers through the use of thermography. **Research Square**, v. 11, 2022.
- MARÍN-PAGÁN, C. *et al.* Acute physiological responses to high-intensity resistance circuit training vs. Traditional strength training in soccer players. **Biology**, v. 9, n. 11, p. 383, 2020.
- McGUIGAN, M. **Monitoring training and performance in athletes**. Champaign/Il: Human Kinetics, 2017.
- MELLO, R. *et al.* Oxidative stress and antioxidant biomarker responses after a moderate-intensity soccer training session. **Research in Sports Medicine**, v. 25, n. 3, p. 322-32, 2017.

MICHAEL, S. W. *et al.* Monitoring work and training load in military settings. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 1, p. 58-71, 2021.

MOREIRA, D. G. *et al.* Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. **Journal of Thermal Biology**, v. 69, p. 155-62, 2017.

PEAKE, J. M. *et al.* Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 3, p. 559-70, 2017.

RODRIGUES JÚNIOR, J. L. *et al.* Correlation between strength and skin temperature asymmetries in the lower limbs of Brazilian elite soccer players. **Journal of Thermal Biology**, v. 99, 102919, 2021.

ROJAS-VALVERDE, D. *et al.* Short-term skin temperature responses to endurance exercise: A systematic review of methods and future challenges in the use of infrared thermography. **Life**, v. 11, n. 12, 1286, 2021.

ROMÃO, W. *et al.* The use of infrared thermography in endurance athletes: a systematic review. **Motricidade**, v. 17, n. 2, p. 193-203, 2021.

SILVA, J. R. *et al.* Acute and residual soccer match-related fatigue: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 539-83, 2018.

VAARA, J. P. *et al.* Physical training considerations for optimizing performance in essential military tasks. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 1, p. 43-57, 2022.

Adaptação transcultural e validação métrica da *Eating Behavior Survey* (MBES) para militares do Exército Brasileiro

Roberto Ferreira Monteiro (EsEFEEx - EB)

Ângela Nogueira Neves (EsEFEEx - EB)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar um estudo da adaptação transcultural e validar psicometricamente o instrumento o *Military Eating Behavior Survey* (MBES).

Palavras-chave: Escala; adaptação transcultural; Exército Brasileiro; motivação para comer; instrumento psicométrico.

1. INTRODUÇÃO

Em 2019, 55,4% da população adulta brasileira apresentou excesso de peso (IMC ≥ 25 kg/m²), sendo maior a prevalência entre os homens com 57,1% contra 53,9% na população feminina. Um total de 20,3% dos adultos foram caracterizados como obesos (IMC ≥ 30 kg/m²) (Brasil, 2020).

A promoção do consumo alimentar promotor da saúde é comumente empregado em diferentes contextos, sendo esse um nicho importante de estudo da comunidade científica (Jaime, 2019). Entretanto, a alimentação representa um papel que vai além da vertente biológica, pois não basta comer apenas para sobreviver ou manter o organismo saudável (Stover *et al.*, 2023; Alvarenga *et al.*, 2019), dado que outros fatores, tais como os psicológicos e socioculturais, também podem influenciar o comer (Brasil, 2014). As evidências sugerem que comer para remediar emoções negativas está fortemente relacionado com o aumento da ingestão de alimentos, inclusive gerando sobrepeso e obesidade (Braden *et al.*, 2018).

Entender por que as pessoas comem e o que comem é fundamental para a elaboração de recomendações alimentares praticáveis (Yau; Potenza, 2013), que gerem modificações efetivas nos padrões alimentares (Alvarenga *et al.*, 2019), inclusive nas Forças Armadas (Kitunen; Carins; Rundle-Thiele, 2020), onde a saúde e a condição física são condicionantes para a não limitação da operacionalidade (Purvis *et al.*, 2013).

As escalas psicométricas (Neves *et al.*, 2022; Cassioli *et al.*, 2022; Arnow; Kenardy; Agras, 1995) são instrumentos úteis para investigar manifestações atitudinais que compõem comportamentos, afetos e crenças. Com o aumento de casos de obesidade no Exército (Brasil, 2018), faz-se necessário compreender os motivos para essa mudança de perfil antropométrico recente. As evidências sugerem que comer para remediar emoções negativas está fortemente relacionado com o aumento da ingestão de alimentos, inclusive gerando sobrepeso e obesidade. No Brasil, e mais especificamente no Exército, há a necessidade de escalas psicométricas para investigar a motivação para comer (Braden *et al.*, 2018).

2. OBJETIVOS

Considerando o que foi apresentado, identificou-se a lacuna de um instrumento psicometricamente adequado para avaliar a alimentação emocional e os hábitos alimentares de militares do Exército brasileiro. Assim, o objetivo da pesquisa é realizar a adaptação transcultural e validação psicométrica da medida *Military Eating Behaviour Survey* (Cole *et al.*, 2021) – Eating Habits para militares Brasileiros.

Por objetivos específicos, pretende-se:

- Confirmar a estrutura fatorial original do instrumento;
- Gerar evidências de validade de constructo;
- Gerar evidências de confiabilidade interna;
- Gerar evidências de invariância métrica entre praças e oficiais.

3. RELEVÂNCIA DA PESQUISA

No Exército tem se observado quadros de síndrome metabólica, sobrepeso e obesidade, que necessitam de esclarecimento acerca de seus fatores desencadeadores. Um comportamento alimentar transtornado pode estar presente como forma de manejo emocional, e necessita ser identificado para intervenções mais eficazes, a fim de não comprometer outros aspectos da saúde (Cole *et al.*, 2016) e do desempenho operacional dos militares do Exército Brasileiro. Dado esse contexto a presente pesquisa tem sua relevância ao apresentar uma possibilidade de acompanhamento que melhore a compreensão do comportamento alimentar, possibilitando o planejamento de intervenções individuais e coletivas.

4. MÉTODOS

Trata-se de estudo observacional do tipo transversal com amostra não probabilística.

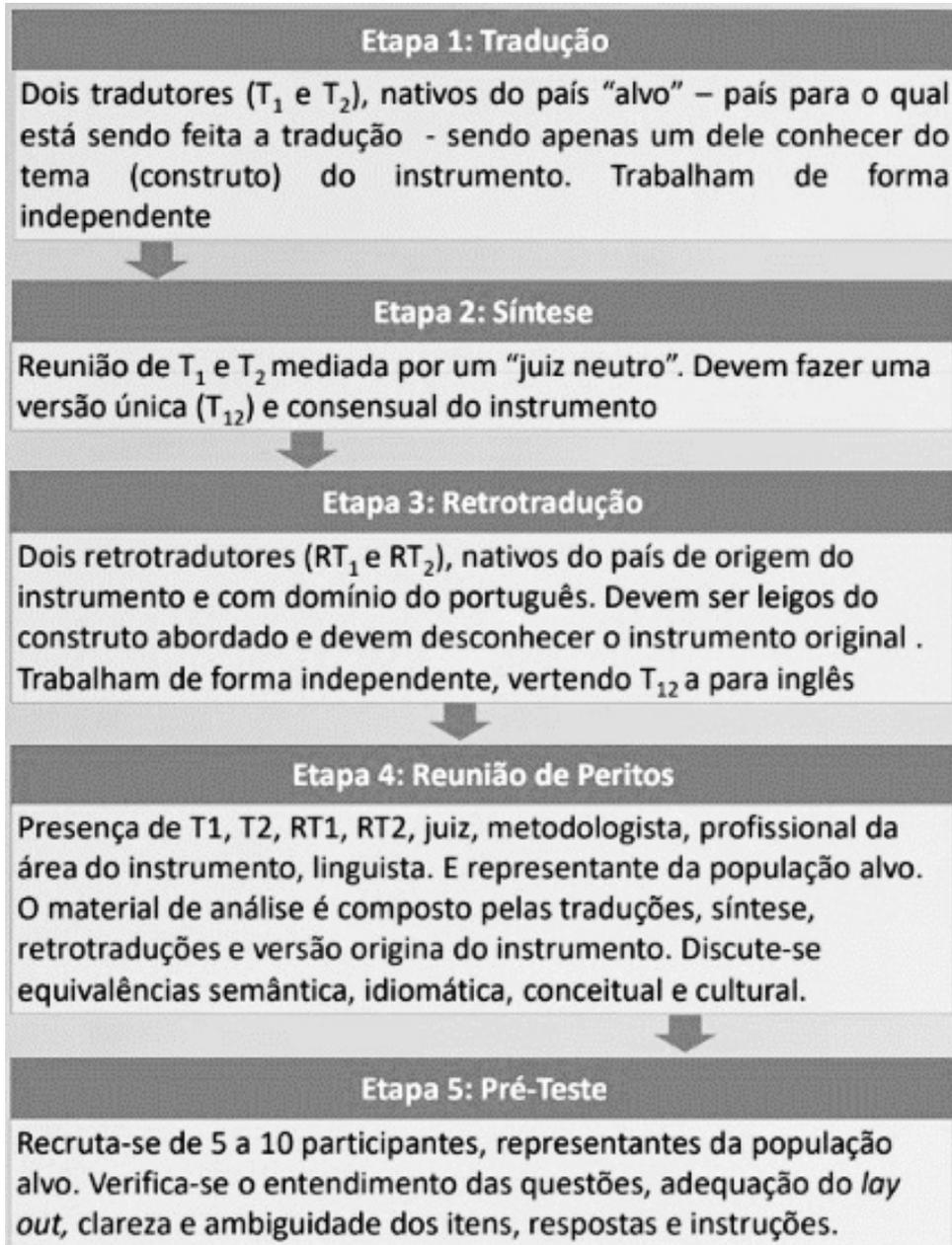
O tamanho mínimo de amostra foi calculado (Hair *et al.*, 2019) considerando a necessidade de, pelo menos, respondentes para cada item da escala e uma possível taxa de perda de 10%. A MEBS – EH tem 51 itens, logo, o tamanho amostral mínimo calculado foi de 850 indivíduos. Como se pretende fazer a avaliação da invariância entre militares e praças, é necessário coletar 850 dados de participantes dos dois grupos. Logo, o tamanho amostral mínimo para o estudo psicométrico será composto por 1700 participantes.

O instrumento sob estudo é o *Military Eating Behavior Survey* (MBES). O MBES (Cole *et al.*, 2021) foi desenvolvido nos Estados Unidos, para avaliar os motivos, atitudes e emoções que determinam as escolhas alimentares de militares. Sua versão final é um instrumento de duas partes. A primeira parte, compreende 14 fatores para os hábitos alimentares (EH), a saber: *hunger; satiety; food craving; meal pattern; restraint; dietary rigidity; health eating score; environmental triggers; situational eating; fast eating; slow eating; emotional eating; general health supplements; performance supplements*. A segunda parte tem 8 fatores de comportamento mediador, a saber: *body composition; sleep; food access; military perceived stress; physical activity; military fitness test; nutrition knowledge assessment; military body image*, em um total de 22 fatores validadas, levando de 30 a 60 minutos para ser concluído. Esta pesquisa apenas trabalhará com os hábitos alimentares (EH). As respostas estão dispostas em uma escala likert de 5 pontos (1 - nunca, 2 - quase nunca, 3 - algumas vezes, 4 - quase sempre, 5 - sempre) ou em uma escala binária (1 = não; 2 = sim). A média da pontuação de cada fator gera o escore da escala e não há ponto de corte. Uma versão em inglês do MBES encontra-se disponível no estudo original e essa também ainda não foi adaptada para o contexto brasileiro.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa ocorre em duas fases distintas, a saber: adaptação transcultural do instrumento e validação psicométrica.

A primeira fase da pesquisa já foi concluída. Inicialmente, foi pedida a permissão ao autor do instrumento para a realização da adaptação cultural da escala no Brasil, a qual foi concedida. Seguiu-se guia específico de Beaton *et al.* (2002) para adaptação cultural de instrumentos, acrescido de duas adaptações descritas na literatura (Ferreira *et al.*, 2014), conforme descrito na Figura 1.

Figura 1 - Passo a passo do guia de Beaton.



Fonte: Beaton (2002); Ferreira *et al.* (2014).

Para o pré-teste, foram recrutados oito militares, sendo cinco oficiais e três sargentos.

A segunda fase da pesquisa encontra-se em andamento. A coleta de dados está sendo realizada com visitas ocorrendo em Organizações Militares, com o preenchimento do instrumento em papel, quanto no ambiente virtual.

As evidências psicométricas serão investigadas através de análise fatorial confirmatória utilizando-se o método de estimação robusto *Weighted Least Squares Mean and Variance Adjusted* (WLSMV). Os índices selecionados para verificar a qualidade de ajustamento das estruturas fatoriais de cada instrumento aos dados serão: *Comparative Fit Index* (CFI), *Tucker-Lewis Index* (TLI) e *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) com intervalo de confiança de 90%. Segundo

literatura especializada (Hu; Bentler, 1999; Marôco, 2021), valores de CFI e TLI $\geq 0,95$ e RMSEA $\leq 0,08$ indicam bom ajustamento do modelo fatorial em avaliação. Os pesos fatoriais (λ) dos itens de cada instrumento também serão avaliados sendo que aqueles que apresentarem valores superiores a 0,40 serão considerados adequados e mantidos no modelo fatorial (Marôco, 2021). Quando o ajustamento fatorial for inadequado, os índices de modificação, calculados a partir dos multiplicadores de Lagrange, serão inspecionados para valores superiores a 11 e quando plausíveis correlações entre erros dos itens serão permitidas visando ajustar o modelo do instrumento em avaliação (Marôco, 2021).

A validade convergente e a discriminante será analisada pelos critérios de Fornell and Larcker (Fornell; Larcker, 1981) diante dos valores observados de variância extraída média (VEM). A adequada validade convergente de cada fator de cada instrumento é atestada quando encontrados valores de VEM iguais ou superiores a 0,50 (Hair *et al.*, 2019; Marôco, 2021). A validade discriminante será atestada quando a VEM de um fator e a VEM do outro fator (correlacionados) apresentar valor igual ou superior ao r^2 (Fornell; Larcker, 1981).

Para a avaliação da invariância métrica, a análise multigrupo (praças x oficiais) será utilizada. A invariância será analisada passo-a-passo de modo a verificar primeiro a equivalência de pesos fatoriais (modelo métrico), segundo a de *thresholds* (modelo escalar) e terceiro a de resíduos (modelo configural). As comparações serão realizadas dois a dois por meio da diferença (Δ) nos valores de CFI. Quando observada redução nos valores de CFI $< -0,01$, o modelo fatorial do instrumento em avaliação será considerado equivalente entre os grupos (ou subamostras) atestando assim invariância forte ou validade externa (Marôco, 2021; Chen, 2007)

A confiabilidade interna será avaliada por meio dos coeficientes alfa (α) ordinal e ômega (ω) os quais serão calculados para cada fator de ambos os instrumentos. A confiabilidade será atestada quando encontrados valores iguais ou superiores a 0,70 (Hair *et al.*, 2019; Marôco, 2021). Os programas *SPSS Statistics*, versão 27.0 e *MPLUS* versão 8.3 serão utilizados para realização das análises.

5. RESULTADOS (PRIMEIRA FASE)

A primeira etapa foi a tradução, onde foram feitas duas traduções (T_1 e T_2) independentes do MEBS do inglês para o português, por duas tradutoras nativamente falantes de português, com domínio da língua inglesa, ambas professoras universitárias, sendo uma conhecedora do tema e da população alvo.

Na reunião de síntese, foi confeccionada uma versão única (T_{12}) que contemplou por consenso dos tradutores, mediado por um juiz neutro. Dos 154 elementos (itens, instruções e possibilidades de repostas) em análise, 26 foram traduzidos da mesma forma, 73 ficaram como proposto

pelo T1, 35 como o T2 e 20 foram refeitos em consenso na reunião de síntese das traduções.

A versão de síntese foi enviada para retrotradução, terceira etapa, em que duas tradutoras bilíngues, que tem como idioma nativo o inglês, fizeram retrotraduções independentes (RT1 e RT2), para o idioma original. Houve poucas dissonâncias entre as retrotraduções e entre o instrumento original: 75 elementos ficaram exatamente iguais aos seus equivalentes na versão original, 57 ficaram muito parecidos, diferindo apenas em algumas palavras e 22 apresentaram diferenças do material original devido às necessidades semânticas, idiomáticas, culturais e/ou conceituais necessárias (Quadro1).

Todo o material analisado e o instrumento original foram compilados em um único volume e enviado aos peritos para a reunião de peritos (2 tradutores, 2 retrotradutores, 1 nutricionista/metodologista e 1 psicólogo). O encaminhamento antecipado permitiu que fossem abordados primeiramente os itens, instruções ou opções de respostas com maiores problemas de equivalência, o que colaborou para a qualidade da discussão realizada para os itens de maior necessidade de análise. Dos 154 elementos em análise, 55 foram discutidos de forma mais profunda, para atender as equivalências semântica, idiomática, cultural e conceitual. Nesse sentido, foram realizadas modificações simples como nos casos dos itens: 03, 04, 07, 11, 12, 14, 20, 25, 30, 30 A, 30 C, 31 B, 31 D, 31 G, 34, 34.2/3/4, 35, 37, 38 H, 38 I, 39 E, 40.11, 40.12, 41.4, 41.8, 43 C, 43 D; e modificações complexas, como nos casos dos itens 08, 38H e 38I. Especificamente em relação à equivalência semântica, foram revistos os itens 03, 04, 07, 12, 20, 25, 30.A, 34, 34.2, 34.3, 34.4, 35, 37, 41.4 e 41.8. No que versava sobre a equivalência semântica, os itens 14, 30.C, 31.B, 31.D, 31.G, 40.11 e 40.12 foram revistos. Buscou-se estabelecer especificamente a equivalência cultural para os itens 11, 39.E, 43.B, 43.C e 43.D. Não houve questões relativas à equivalência conceitual. Dessa reunião saiu uma versão única, que refletiu o consenso do grupo de peritos em relação aos objetivos da reunião acima descritos.

No pré-teste, identificou-se a pertinência de pequenos ajustes nas escalas de respostas, a partir dos relatos dos participantes na entrevista. No item 35, identificou-se de forma escrita as possibilidades de vezes na semana do evento ocorrer (zero, 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, 6x e 7x). Nos itens 36 e 37 adicionou-se uma gradação central entre as duas opções extremas superior e inferior. Ainda foi sugerida a troca da expressão “melhora da cognição” por “melhora do rendimento” no item 41.4. Por fim, no item 35.D, foi incluída a frase, “em qualquer hora do dia”. Essas modificações foram rediscutidas com peritos - tradutores, retro tradutores e o metodologista - que não viram problemas em acatá-las.

Quadro 1 - Extrato da versão original, traduções (T_1 , T_2), síntese e retrotradução (RT_1 , RT_2) da *Eating Behavior Survey* (MBES).

MBES Original	Traduções		Síntese (T_{12})	Retrotradução	
	T_1	T_2		RT_1	RT_2
<i>Over the past 30 days on average</i>	Considerando cerca dos últimos 30 dias...	Em média, há mais de trinta dias,	Em média, nos últimos 30 dias...	On average, over the past 30 days...	On average, in the last 30 days...
1. I was hungry between meals.	Eu fiquei com fome entre as refeições	Eu sentia fome entre as refeições	Eu ficava com fome entre as refeições	I got hungry between meals.	I was hungry between meals.
2. I got so hungry that my stomach felt like a bottomless pit.	Eu fiquei com tanta fome que meu estômago parecia um poço sem fundo	Eu sentia tanta fome que meu estômago parecia um poço sem fundo	Eu ficava com tanta fome que meu estômago parecia um poço sem fundo	I got so hungry my stomach felt like a bottomless pit.	I would get so hungry that my stomach felt like a bottomless pit.
3. I continued to eat after feeling full.	Eu continuei a comer mesmo já satisfeito.	Eu continuava a comer mesmo depois de me sentir satisfeito	Eu continuava a comer mesmo já satisfeito	I continued to eat even though I was already satisfied.	I continued to eat even when I was full.
4. I relied on feelings of fullness to tell me when to stop eating.	Eu confiei na sensação de satisfação para saber quando parar de comer	Eu acreditava na minha sensação de saciedade para me dizer quando devia parar de comer	Eu confiava na minha sensação de saciedade para saber quando parar de comer	I relied on my feeling of fullness to know when to stop eating	I stopped eating when I was full.
5. If I ate more than I normally would at one meal, I consumed fewer calories later.	Se eu comi mais do que normalmente faria em uma refeição, consumi menos calorias mais tarde.	Se eu comia mais que o normal em uma refeição, consumia menos calorias mais tarde.	Se eu comia mais que o normal em um a refeição, consumia menos calorias mais tarde.	If I ate more than usual at one meal, I consumed fewer calories later on.	If I ate more than usual at a meal, I consumed fewer calories later.

Fonte: Os autores.

Salienta-se que os participantes não mostraram dificuldade em preencher os itens, mas julgaram que as modificações poderiam deixar ainda mais fácil o entendimento. Avaliamos que a condução do pré-teste com uma amostra menor e mais crítica foi uma escolha metodológica acertada para este instrumento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Próximas etapas e resultados esperados

A coleta de dados para a segunda fase da pesquisa encontra-se em andamento, a ser concluída até agosto de 2023. Espera-se que a análise psicométrica confirme a estrutura fatorial original do instrumento, que sejam geradas evidências satisfatórias de validade convergente e discriminante, de confiabilidade interna e que haja não invariância forte entre oficiais e praças, o que permitiria estudos comparativos destes grupos com o instrumento.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. *et al.* (Orgs.). **Nutrição Comportamental**. São Paulo, SP: Manole, 2019.
- ARNOW, B.; KENARDY, J.; AGRAS, W. S. The Emotional Eating Scale: The development of a measure to assess coping with negative affect by eating. **International Journal of Eating Disorders**, v. 18, n. 1, p. 79-90, 1995.
- BEATON, D. *et al.* **Recommendations for the cross-cultural adaptation of health status measures**. New York, NY: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2002.
- BRADEN, A. *et al.* Eating when depressed, anxious, bored, or happy: are emotional eating types associated with unique psychological and physical health correlates. **Appetite**, v. 125, p. 410-7, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso em 22 fev 2024.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército - IPCFEx. **Projeto TAF 2018: avaliação da aptidão física, perfil antropométrico e indicadores de saúde de militares do Exército brasileiro**. Rio de Janeiro, RJ: CCFEx, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020.
- CASSIOLI, E. *et al.* The Florence Emotional Eating Drive (FEED): a validation study of a self-report questionnaire for emotional eating. **Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity**, v. 27, n. 2, p. 751-9, 2022.
- CHEN, F. F. Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**, v. 14, n. 3, p. 464-504, 2007.
- COLE, R. E. *et al.* Normal weight status in military service members was associated with intuitive eating characteristic. **Military Medicine**, v. 181, n. 6, p. 589-95, 2016.
- COLE, R. E. *et al.* Development and validation of the military eating behavior survey. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, v. 53, n. 9, p. 798-810, 2021.

- FERREIRA, L. *et al.* Guia da AAOS/IWH: sugestões para adaptação transcultural de escalas - Avaliação psicológica. **Interamerican Journal of Psychological Assessment**, v. 13, n. 3, p. 457-61, 2014.
- FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **Journal of Marketing Research**, v. 18, n. 1, p. 39-50, 1981.
- HAIR, J. R. J. F. *et al.* **Multivariate data analysis**. Toebben Drive Independence, KY: Cengage Learning EMEA, 2019.
- HU, L.; BENTLER, P. M. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**, v. 6, n. 1, p. 1-55, 1999.
- JAIME, P. C. **Políticas públicas de alimentação e nutrição**. Rio de Janeiro, RJ: Atheneu, 2019.
- KITUNEN, A.; CARINS, J.; RUNDLE-THIELE, S. Motivating military trainee healthy eating: insight from two sites. **Foods**, v. 9, n. 8, p. 1053, 2020.
- MARÔCO, J. **Análise de equações estruturais**. Pêro Pinheiro, PO: ReportNumber Ltda., 2021.
- NEVES, A. N. *et al.* (Orgs). **Ciência aplicada ao exercício físico e ao esporte**. Curitiba, PR: Appris, 2022.
- PURVIS, D. L. *et al.* Nutrition as a component of the performance triad: how healthy eating behaviors contribute to soldier performance and military readiness. *US Army Medical Department Journal*, 2013.
- STOVER, P. J. *et al.* Neurobiology of eating behavior, nutrition and health. **Journal of Internal Medicine**, v. 294, n. 5, p. 582-604, 2023.
- YAU, Y. H. C.; POTENZA, M. N. **Stress and eating behaviors**. *Minerva endocrinologica*, v. 38, n. 3, p. 255, 2013.

O efeito do treinamento físico militar operacional no desempenho físico e em parâmetros fisiológicos de soldados do Exército Brasileiro

Sanderson de Mello Godinho (IPCFEx - EB)
Míriam Raquel Meira Mainenti (EsEFEx - EB)

RESUMO

Verificar quais são os efeitos físicos e fisiológicos gerados pelo treinamento físico militar operacional (TFMO) realizado por 12 semanas em militares do Exército Brasileiro utilizando testes físicos operacionais bem como observando modificações fisiológicas em sessões do próprio TFMO.

Palavras-chave: Educação Física e treinamento; exercício físico; treinamento em circuito; Ciência militar; teste físico operacional.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A profissão militar tem algumas peculiaridades quando comparada as demais. A disponibilidade permanente é a mais notória delas, porém a necessidade de um bom preparo físico também é cultivada na caserna, no intuito de minimizar os riscos inerentes às atividades diárias do militar (Brasil, 2015).

Observa-se a importância dada pelo Exército Brasileiro (EB) ao bom preparo físico de seus integrantes, uma vez que é previsto que todo militar considerado apto para o serviço ativo deve realizar as sessões diárias de Treinamento Físico Militar (TFM). Um dos principais objetivos do TFM é contribuir para a manutenção da saúde do militar e desenvolver, manter ou recuperar a aptidão física necessária para o desempenho das funções militares (Brasil, 2015).

Cabe destacar que as atividades de treinamento físico no EB são voltadas para uma aptidão física geral, não contemplando gestos motores diretamente relacionados ao combate. Verificando essa mesma limitação na sua força, o exército americano realizou um estudo para desenvolver um teste voltado às atividades funcionais do combate (Foulis *et al.*, 2017). Após o estudo, o exército americano resolveu criar o *Army Combat Fitness Test* (ACFT) e tem aplicado em sua tropa nos últimos anos (*United States of America*, 2020).

Acompanhando a evolução dos estudos americanos e vendo a aplicabilidade do Exército Brasileiro, o Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) resolveu desenvolver o Teste Físico Operacional (TFO). O TFO é uma certificação física, que está em fase de estudo, mas é voltada para as tropas da Força de

Prontidão (FORPRON) do EB e é realizada no fim do período destinado ao preparo físico e operacional destas tropas. O TFO é composto de seis eventos que possuem forte correlação com as tarefas militares e que ocorrem de maneira sucessiva, sendo estes: levantamento-terra, potência de arremesso, flexão no solo em "T", arranque-arrasto-carregamento, flexão de pernas em suspensão e corrida de 3200m.

Visando o preparo para o TFO, vem sendo desenvolvido, também pelo IPCFEx, o Treinamento Físico Militar Operacional (TFMO), que é um plano de treinamento, com 12 (doze) semanas, voltado para esta certificação específica. Este plano atende aos princípios do treinamento físico e faz adaptações a alguns exercícios para que se consiga desenvolver as valências físicas necessárias, sem necessariamente utilizar os equipamentos do TFO para realizar as sessões. Essa adaptação é importante, pois é de conhecimento que nem todos os batalhões do EB, que são sede da FORPRON, possuem este material para treinamento.

A seguir será apresentado um embasamento teórico que sustenta a proposta de emprego do TFMO.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma pesquisa feita por Souza (2017) com 71 soldados do EB, em Uruguaiana-RS, tinha a finalidade de verificar o efeito do treinamento físico militar na aptidão física de militares no ano inicial do serviço militar. Somente fizeram parte do estudo os soldados que fizeram todos os Testes de Avaliação Física (TAF) do ano e que apresentaram bom estado de saúde, segundo os médicos das organizações militares.

Os resultados encontrados na pesquisa de Souza (2017) foi um aumento significativo das menções quando comparados o 1º e o 2º TAF. A quantidade de militares que conseguiram atingir pelo menos o B foi de 41, ou seja, 57,7% da amostra no primeiro TAF. Enquanto isso, no 2º TAF o número de militares que atingiram pelo menos o B foi de 56, portanto, 78,9% dos voluntários.

Por isso, Souza (2017) concluiu que o TFM exerceu forte influência no desempenho físico dos militares envolvidos no estudo, desenvolvendo suas capacidades físicas e ajudando a melhorar seus índices no TAF.

Mais um estudo realizado com amostra do EB foi o de Zamai, Rocha e Pazeli (2019) que trabalharam com 26 soldados, em seu primeiro ano de serviço, com idade entre 18 e 19 anos, incorporados no serviço militar obrigatório em 2017. O estudo buscou verificar o efeito do treinamento sobre o condicionamento físico dos recrutas do comando da 11ª Brigada de Infantaria leve. Utilizou o TAF como avaliação e o TFM como intervenção do estudo e desta vez a avaliação dos dados foi feita nos três TAFs do ano.

O estudo de Zamai, Rocha e Pazeli (2019) mostrou que o TFM orientado proporciona modificações no desempenho físico dos militares. De maneira clara, constatou que os soldados obtiveram melhora não só do 1º para o 2º, mas

também do 2º para o 3º TAF na capacidade neuromuscular e cardiorrespiratória. Conclui-se então que o TFM é eficaz para melhora no condicionamento físico para a realização do TAF.

Apesar das evidências da eficácia do treinamento físico militar na aptidão física dos militares, alguns militares precisam estar em um nível mais elevado de capacitação física, estando mais bem preparados para situações efetivamente de combate. Os militares são exigidos no exercício de suas tarefas cotidianas com uma grande variedade de movimentos como: empurrar, puxar, ultrapassar obstáculos, correr e subir/descer escadas (Nindl *et al.*, 2013). Esses exercícios são características da profissão e função desempenhada. Além disso, o transporte de feridos e de carga é uma atividade que todos devem saber realizar por ser de conhecimento básico e com uma exigência alta do condicionamento aeróbico e neuromuscular (Dean, 2003; Knapik, Reynolds, Harman, 2004; Beck *et al.*, 2015).

Ademais, estudos mostram os impactos positivos de treinamentos funcionais (Haddock *et al.*, 2016), à base da especificidade, e de treinamentos físicos que contemplem as aptidões neuromuscular e cardiorrespiratória (Souza, 2017; Zamai, Rocha, Pazeli, 2019). Entretanto, estes treinamentos específicos podem desenvolver o padrão fisiológico desejado para atender às demandas operacionais e manter a prontidão das tropas militares (Lyons *et al.*, 2017).

A literatura mostra que diversos países pelo mundo já estão realizando testes físicos voltados para a avaliação da operacionalidade seus militares, através de exercícios mais relacionados à demanda profissional (Hendrickson *et al.*, 2010; Richmond *et al.*, 2014; Mala, 2015). Buscando o aperfeiçoamento da preparação para esses testes mais específicos, estudos recentes vêm pautando a aplicação do treinamento de resistência com o treinamento aeróbico como a maneira mais adequada de preparar os militares para suas demandas físicas e evitar lesões (Pihlainen *et al.*, 2018; Burley *et al.*, 2020). Treinando sempre com o objetivo de melhorar também a força e a potência, pois estas estão diretamente atreladas ao bom desempenho em tarefas militares de alta intensidade (Sporiš *et al.*, 2014).

Ojanen *et al.* (2020) realizaram um estudo experimental, no qual trabalharam com uma amostra de 42 soldados finlandeses. Os soldados foram divididos em três grupos: treinamento de tarefas, força e grupo controle. Foram realizadas avaliações inicial, intermediária e final, em momentos distintos, na semana zero, seis e 12 respectivamente. Todos os testes dessas avaliações foram realizados no mesmo dia. Neste trabalho o foco será dado ao desempenho no teste de tarefas militares.

A intervenção de 12 semanas foi aplicada durante o ano de instrução do Exército Finlandês, logo após o período básico. As sessões foram divididas da seguinte maneira: a primeira metade do programa de treinamento tinha duas sessões de treinamento por semana, enquanto a segunda metade tinha uma sessão de treinamento por semana. Por estarem no ano de instrução, os soldados também realizaram o treinamento físico tradicional que era composto de marcha, exercício de tiro e treinamento de tarefas militares. Os grupos realizaram treinamento distinto entre si. O grupo treinamento

de tarefas realizou exercícios básicos de infantaria com fardamento e equipamento (27kg), tais como: sprints, transporte de feridos e rastejo. O grupo treinamento de força realizou um treinamento fullbody, além de exercícios para o CORE. Por fim, o grupo controle realizou o treinamento já previsto para os soldados, onde tinham que realizar treinamento em circuito calistênico e corrida em ritmo constante.

Foi encontrado que a primeira tentativa da avaliação intermediária do grupo de tarefas e de força melhorou quando comparado com a primeira tentativa da avaliação inicial e quando comparada a avaliação intermediária e a avaliação final. Já no grupo controle, não foi encontrado resultados significativos na primeira tentativa. Na segunda tentativa o tempo dos grupos tarefa e grupo força melhorou significativamente da avaliação inicial para a intermediária. Na segunda tentativa todos os grupos tiveram ganhos entre as medições iniciais e finais. O grupo controle também teve melhoria entre a avaliação intermediária e final. Com isso, o treinamento surtiu efeito positivo no preparo dos militares.

Haddock *et al.* (2016) realizaram uma revisão de literatura na qual se buscou encontrar as principais diferenças do treinamento funcional para os planos de treinamento tradicionais. Segundo a revisão desses autores, o *American College of Sports Medicine* (ACSM) realizou uma pesquisa que constatou que os métodos de treinamento com exercício de alta intensidade estão entre os mais bem aceitos pela população. O maior exemplo de treinamento de alta intensidade é o CROSSFIT, que descreve seus treinos como “movimentos funcionais constantemente variados realizados em intensidade relativamente alta”. Essa atividade desenvolvida pela franquia CROSSFIT é tão reconhecida que, a popularidade entre as forças de segurança americana já é notória. Exemplo claro deste fato é que existe uma versão chamada SEALFIT, que é disponibilizada aos candidatos do curso de operações especiais americano durante a preparação do curso.

Ademais, as principais características que aumentaram a aceitação ao método de treinamento pelos militares foram: a diminuição do tempo de treinamento e a variabilidade constante das características dos programas de exercício. Tais características diminuem a sensação de tédio pelo executante e aumentam a adaptabilidade do indivíduo a exercícios inesperados, aumentando assim o seu nível de prontidão. Além disso, o custo para montar um equipamento de treino para o *High Intensity Functional Training* (HIFT) é menor do que seria necessário para montar uma estação de treinamento tradicional (Haddock *et al.*, 2016).

Os autores também mostraram os benefícios gerais do treinamento nomeado por eles como “funcional” para a saúde, sendo estes: adaptações metabólicas e fisiológicas, alteração nas células musculares cardíacas, pressão arterial, níveis de glicose e insulina e adaptações musculo esqueléticas. Adicionalmente, o HIFT prevê também uma estratégia de prevenção às lesões, incluindo progressão sistêmica e gradual do treinamento, mantendo um equilíbrio da sobrecarga fisiológica do corpo e respeitando o tempo de recuperação ideal. Dessa forma, demonstra ser um método apropriado a todo público militar, independente das condições iniciais (Haddock *et al.*, 2016).

Diante do exposto, Haddock *et al.* (2016) conseguiram deixar claro os motivos que fizeram tantos militares aderirem ao HIFT, melhorando assim a sua capacidade física para operações de qualquer caráter.

Alguns anos depois, Vaara *et al.* (2022) realizaram outra revisão de literatura, porém mais voltada ao contexto militar, com o objetivo de explorar os atributos físicos específicos e únicos que devem ser desenvolvidos para melhorar a tolerância a tarefas militares essenciais. No presente documento, serão expostos somente os achados voltados para o efeito do treinamento.

Na tarefa operacional transporte de feridos foi encontrado, na revisão citada, um estudo com soldados do exército norte-americano, com a metodologia de treinamento combinado por sete semanas. O resultado foi de melhora no desempenho de transporte de feridos comparado com o treinamento físico tradicional (Lester *et al.*, 2014).

Os resultados encontrados nos demais estudos da revisão direcionam o treinamento combinado como sendo o ideal para os soldados, entretanto, os autores ressaltam que deve ser dada ênfase no treinamento de força, tendo em vista a sua importância nas tarefas ocupacionais (19).

Em mais uma revisão da área publicada ano passado (Rasteiro, Santos, Massuca, 2023), foi encontrado pela equipe de pesquisa que os treinamentos combinados apresentaram melhoras significativas na capacidade física dos militares para desenvolverem suas tarefas ocupacionais.

Reunindo os achados dos estudos experimentais, constata-se que, para otimizar o treinamento, é essencial que ele tenha pelo menos oito semanas, além de ser realizado, no mínimo, três vezes na semana. Programas que envolveram treinamento neuromuscular e aeróbico apresentaram melhores resultados nas avaliações realizadas como: flexão, corrida, agachamento e tarefas militares (Rasteiro, Santos, Massuca, 2023).

3. DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

O manual de treinamento físico militar do Exército Brasileiro apresenta alguns métodos que buscam desenvolver a capacidade aeróbica e a neuromuscular, entretanto há uma lacuna no que tange a um treinamento mais voltado ao desenvolvimento da aptidão em tarefas específicas.

O desenvolvimento desse tipo de treinamento cresce em importância, uma vez que militares vêm sendo avaliados quanto a essas tarefas, a partir do TFO, que foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx). Como essa avaliação é recente, ainda não foi encontrado nenhum estudo que fizesse uma análise de um plano de treinamento funcional direcionado especificamente para os militares do EB se prepararem para o TFO. Nesse sentido, o TFMO vem sendo desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx) para suprir essa lacuna no Exército Brasileiro.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Verificar quais são os efeitos físicos e fisiológicos gerados pelo treinamento físico militar operacional (TFMO) nos militares da Força.

4.2. Objetivos específicos

- Avaliar a capacidade física operacional, pelo TFO, em militares do Exército Brasileiro;
- Verificar o efeito de seis e doze semanas do TFMO no desempenho físico operacional dos militares do EB;
- Averiguar o efeito de seis e doze semanas do TFMO no percentual de gordura;
- Aferir o efeito de seis e doze semanas do TFMO na economia de energia na execução do módulo 1 do treinamento.

5. APLICABILIDADE E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O TFMO é um plano de treinamento dividido em três módulos que podem ser aplicados nos mais diversos batalhões que se enquadrem na FORPRON. Esses módulos são sessões de treinamento que são utilizadas a cada dia, no período previsto de TFM para o batalhão, ou seja, em uma semana o militar realizaria três treinamentos voltados para o TFO. Este plano prevê 12 semanas de treinamento, nas quais se utilizam da Pista de Treinamento em Circuito (PTC) para treinamentos neuromusculares e da pista de atletismo ou área plana para realizar o treinamento cardiorrespiratório. As sessões normalmente são de treinamento concorrente, ou seja, com a previsão de atividades neuromuscular e cardiorrespiratória, em duas das três sessões de treinamento previstas para a semana, trabalhando assim, todos os grupos musculares que serão empregados nos testes. Todos os princípios do treinamento físico, em especial a sobrecarga, continuidade e especificidade foram aplicados neste plano. Esse treinamento visa condicionar os militares a realizarem a certificação física prevista para o efetivo da FORPRON.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados deste trabalho, o objetivo é realizar algum ajuste que seja necessário ao treinamento, ou se já estiver adequado, normatizar o treinamento de forma a padronizar no âmbito da força terrestre, para que todos os quartéis do Brasil estejam utilizando o mesmo treinamento que fora consolidado cientificamente pensando no desempenho humano operacional.

REFERÊNCIAS

BECK, A. Q. *et al.* Relationship of physical fitness measures vs. occupational physical ability in campus law enforcement officers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 8, p. 2340-50, 2015.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de campanha: Treinamento Físico Militar - EB-MC-10.350**. Brasília, DF: Estado Maior do Exército, 2015.

BURLEY, S. D. *et al.* Effect of a novel low volume, high intensity concurrent training regimen on recruit fitness and resilience. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 23, n. 10, p. 979-84, 2020.

DEAN, C. **Task force devil combined arms assessment team: The modern warrior's combat load**. Leavenworth County, KS: US Army Center for Army Lessons Learned; Center for Army Lessons Learned (CALL), 2003.

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, n. 4, p. S74-8, 2017.

HADDOCK, C. K. *et al.* The benefits of high-intensity functional training fitness programs for military personnel. **Military medicine**, v. 181, n. 11-12, p. e1508-14, 2016.

UNITED STATES OF AMERICA. Headquarters Department of the Army. **Holistic health and fitness testing; ATP 7- 22**. Washington, D.C: Army Publishing Directorate; Central Army Registry, 2020.

HENDRICKSON, N. R. *et al.* Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 6, p. 1197-208, 2010.

KNAPIK, J. J.; REYNOLDS, K. L.; HARMAN, E. Soldier load carriage: historical, physiological, biomechanical, and medical aspects. **Military Medicine**, v. 169, n. 1, p. 45-56, 2004.

LESTER, M. E. *et al.* Effect of specific short-term physical training on fitness measures in conditioned men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 3, p. 679-88, 2014.

LYONS, K. *et al.* A profile of injuries sustained by law enforcement officers: a critical review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 2, p. 142, 2017.

MALA, J. *et al.* The role of strength and power during performance of high intensity military tasks under heavy load carriage. **US Army Medical Department Journal**, p. 3-11, 2015.

- 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.
- OJANEN, Tommi *et al.* Effects of task-specific and strength training on simulated military task performance in soldiers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 8000, 2020.
- PIHLAINEN, K. A. I. *et al.* Associations of physical fitness and body composition characteristics with simulated military task performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 4, p. 1089-98, 2018.
- RASTEIRO, A.; SANTOS, V.; MASSUÇA, L. M. Physical training programs for tactical populations: Brief systematic review. **Healthcare**, v. 11, n. 7, p. 967, 2023.
- RICHMOND, V. L. *et al.* Energy balance and physical demands during an 8-week arduous military training course. **Military Medicine**, v. 179, n. 4, p. 421-7, 2014.
- SOUZA, A. **Efeitos do treinamento físico militar na aptidão física de jovens no ano inicial de serviço militar**. 2017. 15f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Licenciatura em Educação Física, Universidade Federal do Pampa. Uruguaiana, 2017.
- SPORIŠ, G. *et al.* Effects of two different 5 weeks training programs on the physical fitness of military recruits. **Collegium Antropologicum**, v. 38, n. 2, p. 157-64, 2014.
- VAARA, J. P. *et al.* Physical training considerations for optimizing performance in essential military tasks. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 1, p. 43-57, 2022.
- ZAMAI, C. A.; ROCHA, R. T.; PAZELI, E. M. S. Efeitos do Treinamento Físico Militar sobre o condicionamento físico dos recrutas do Comando da 11ª Brigada de Infantaria Leve. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2019.

Adaptação transcultural do *University of Canberra Fast Jet Aircrew Musculoskeletal Questionnaire* (UC-FJAMQ) para mensuração de queixas musculoesqueléticas dos pilotos da Força Aérea Brasileira

Thaís de Albuquerque (CINDACTA II - FAB)
Vinicius de Oliveira Damasceno (UNIFA - FAB)

RESUMO

O objetivo do presente estudo é adaptar transculturalmente o Questionário *University Of Canberra Fast Jet Aircrew Musculoskeletal Questionnaire* (UC-FJAMQ) e avaliar sua validade e reprodutibilidade para ser utilizado em pilotos da Força Aérea Brasileira.

Palavras-chave: Comparação transcultural; estudos de validação; questionários; tradução.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Queixas musculoesqueléticas consistem em dor, incômodo, desconforto, rigidez, formigamento ou dormência que pode ser experimentada em qualquer local do corpo (Wallace *et al.*, 2022). Segundo a Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP), a dor é caracterizada como uma experiência sensitiva e emocional desagradável que está associada, ou similarmente relacionada, a lesão tecidual real ou potencial do corpo (Raja *et al.*, 2020). Essa condição emerge como um sintoma de considerável complexidade, impondo desafios significativos ao campo da medicina contemporânea, e se configura como uma das manifestações clínicas mais recorrentes do sistema locomotor (Raja *et al.*, 2020).

A expressiva prevalência e a marcante incidência global de queixas musculoesqueléticas estão intrinsecamente ligadas à deterioração do desempenho profissional, refletindo-se de maneira direta na ausência no trabalho e no declínio da qualidade de vida, com implicações de ordem biopsicossocial (Gomes *et al.*, 2022). Tais sintomas impõem impactos substanciais na qualidade de vida dos indivíduos e acarretam custos consideráveis para o sistema de saúde, abrangendo desde a limitação das habilidades funcionais até a redução da produtividade e o aumento do número de licenças médicas (Yang *et al.*, 2021).

Nessa conjuntura, tal impacto manifesta-se amplamente na sociedade e, de maneira mais específica, nos pilotos, especialmente nos militares que

desempenham suas atividades em aeronaves de combate e helicópteros de rotor (Gomes *et al.*, 2022). Os fatores de risco associados à aviação militar com repercussões álgicas estão relacionados à intensidade, duração e velocidade de instalação das forças de aceleração; à vibração e ressonância; à ejeção; aos longos períodos em assentos de baixa ergonomia e posicionamento dentro da cabine que desfavorecem uma postura confortável; ao peso dos equipamentos que elevam a sobrecarga na coluna, como capacete, óculos de visão noturna e máscaras de oxigênio; às manobras de voo e combate aéreo (Russomano; Castro, 2012). Outros fatores também se correlacionam, como idade, estado geral de saúde, descanso prévio, total de horas de voo e intervalo entre voos e o uso de trajes anti-G, que propicia à hipotonia do músculo transversal do abdome, cuja função é estabilização da coluna (Mendes *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a exposição prolongada a essas condições pode resultar em fadiga muscular, distorção de tecidos induzida por carga mesmo após cessação da exposição e maior probabilidade de alterações degenerativas na coluna, que tendem a ser a principal fonte de sintomas de dor nessa população (Brandt *et al.*, 2015). A execução de manobras de combate aéreo em condições de defesa e ataque por pilotos de caça durante o voo combina três ações básicas: aceleração, flexão e rolamento, o que gera uma demanda estabilizadora importante do tronco com ênfase no controle lateral, sendo também o tempo do voo, que dura em média 60 minutos em uma missão de treinamento padrão, um fato correlacionado à instabilidade e à persistência de dor nas costas (Gomes *et al.*, 2022). Assim, sugere-se que os pilotos de caça com fadiga dos músculos laterais do tronco apresentam maior risco de instabilidade da coluna e, por conseguinte, deve incluir em sua rotina de treinamento físico como estratégia trabalhar a musculatura de tronco lateral com enfoque no aumento da resistência à fadiga para prevenção e tratamento da lombalgia nessa população (Gomes *et al.*, 2022). Ressalta-se que a alta prevalência dessa sintomatologia nesse grupo pode ser ainda maior por motivos de subnotificação pela preocupação que o relato pode impactar negativamente na carreira (Ang; Linder; Harms-Ringdahl, 2005).

Nesse cenário, as queixas musculoesqueléticas, sobretudo a dor, e seu impacto no desempenho humano deve ser mensuradas visando a identificar contramedidas que propiciem a otimização do desempenho, possibilitando uma compreensão abrangente dos limites das tarefas psicomotoras associadas à missão (Nindl *et al.*, 2015). Por conseguinte, é essencial que sejam utilizados instrumentos psicométricos de escala multidimensional, considerando o impacto desse contexto nas atividades diárias, como o sono, o humor e a atividade física, e que possam ser aplicadas de forma longitudinal para obter o máximo benefício (Nindl *et al.*, 2015).

As métricas de avaliação da dor atualmente são aceitas como a medida mais precisa e confiável, sendo as escalas de intensidade de dor unidimensionais comumente usadas: a Escala Numérica da Dor, que consiste em uma régua

dividida em onze partes iguais, variando de zero a dez, em que o indivíduo é solicitado a fazer uma correspondência numérica de 0 a 10 de acordo com a intensidade de sua dor, sendo o zero a ausência e o dez a dor máxima percebida; a Escala Visual Analógica, que é empregada por meio de uma linha que vai de zero (nenhuma dor) até dez (pior dor imaginável), permitindo que o entrevistado expresse seu nível de desconforto de forma visual e quantitativa; e a Escala Categórica Verbal, uma avaliação objetiva que visa descrever variáveis níveis de intensidade de sensação álgica, variando entre ausência e dor extremamente forte (Karcioglu *et al.*, 2018).

Outra ferramenta utilizada nos estudos é o Índice de Incapacidade de “Oswestry” cujo propósito é avaliar o grau em que o distúrbio da coluna restringe o nível funcional de um indivíduo mediante um questionário que identifica as limitações funcionais vivenciadas, abordando a eficácia dos analgésicos, cuidados pessoais, levantamento de peso, caminhada, posição sentada, posição em pé, qualidade do sono, vida sexual, vida social e capacidade de fazer viagens (Fairbank; Pynsent, 2000).

Apesar do uso de tais instrumentos nos estudos de avaliação de dor em pilotos, os mesmos são limitantes, pois aspectos unidirecionais como a localidade e intensidade da dor, sem analisar suas repercussões biopsicossociais e impacto na atividade no trabalho, ou são de linguagem estrangeira e não adaptados para a população brasileira, nem apresentam especificidade para o contexto laboral extremo da aviação militar. Frequentemente, a falta desses instrumentos não apenas torna necessária a adaptação de ferramentas existentes, mas também justifica a escolha de métodos de avaliação estrangeiros com abordagem mais ampla e específica para essa população alvo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A coleta, a análise e a interpretação de dados acerca de queixas musculoesqueléticas em pilotos militares devem ser monitoradas por um instrumento de vigilância bem estruturado que possa ser utilizado na metodologia de modo padronizado nos estudos que objetivam avaliar as queixas musculoesqueléticas em pilotos militares da FAB. Por conseguinte, a adaptação adequada desses instrumentos é fundamental para garantir a validade e reprodutibilidade dos resultados obtidos em pesquisas no contexto nacional.

A adaptação transcultural de um questionário validado é mais eficiente do que criar um novo, oferecendo vantagens claras, como economia de tempo e recursos financeiros, a capacidade de comparar estudos entre grupos culturais e linguísticos diversos, e a promoção da equidade na avaliação, assegurando a consistência de métodos e a comparabilidade dos escores (Batistuta; Manzi-Oliveira, 2011). Dentre os critérios de qualidade do questionário, a confiabilidade refere à capacidade intrínseca de conferir à medição resultados

reproduzíveis e consistentes no tempo e no espaço, ou a partir de observadores diferentes, abrangendo aspectos de coerência, estabilidade, equivalência e homogeneidade, não sendo uma característica fixa de um questionário, mas dependente da função do questionário, da população alvo e do contexto (Souza; Alexandre; Guirardello, 2017). Ademais, a validade consiste na acurácia/ precisão da aferição daquilo que se propõe mensurar, sujeita à análise em distintas modalidades, como a validade de aspecto, de conteúdo, de construção, de critério, convergente, divergente, concorrente, entre outras (Arafat *et al.*, 2016). Portanto, definir padrões consensuais para procedimentos de tradução apropriados, a elaboração de relatórios detalhados acerca desses procedimentos e a capacitação direcionada de novos pesquisadores nesses processos aumentariam a produção de questionários de tradução de alta qualidade que, por sua vez, elevaria o potencial de investigação produtiva envolvendo indivíduos de diferentes origens linguísticas e culturais, permitindo aos pesquisadores de todas as regiões obter resultados que captassem com precisão as características e demandas de saúde de diversos grupos culturais (Maneesriwongul; Dixon, 2004).

O questionário “*University of Canberra Fast Jet Aircrew Musculoskeletal Questionnaire* (UC-FJAMQ)” foi desenvolvido para abordar especificamente as complexidades da vigilância de lesões em pilotos de caça da Força Aérea Australiana (FAA) e demonstrou que o questionário apresenta sensibilidade e validade, sendo composto por três partes (Wallace *et al.*, 2022). Na primeira, a tripulação foi questionada se havia experimentado alguma queixa musculoesquelética na semana anterior, sendo definida como dor, desconforto, rigidez, formigamento ou dormência que pudesse ser experimentada em qualquer parte do corpo. Os participantes também marcaram a localização dos sintomas em um gráfico corporal dividido em 18 regiões, conforme definido pelo Sistema de Classificação de Injúrias e Doenças no Esporte (OSICS-10.1). A segunda parte do questionário contém oito perguntas relacionadas à gravidade e duração da queixa, bem como seu impacto no desempenho de voo, capacidade de suportar forças gravitacionais (+Gz), uso de dispositivos montados no capacete, concentração durante o voo, planejamento do cronograma de voo e atividades não relacionadas ao voo. A terceira parte consiste em sete perguntas sobre: o início da queixa, seu estado atual, dias de voo perdidos ou tempo de voo não realizado, busca por atendimento médico, uso de medicamentos para alívio dos sintomas e perda de movimento. Nesse contexto, a escolha do questionário UC-FJAMQ a ser adaptado transculturalmente para avaliar queixas musculoesqueléticas em pilotos da Força Aérea Brasileira é justificada, posto que se configura como um instrumento mais completo quando comparado às escalas de intensidade de dor unidimensionais atualmente utilizadas, como a Escala Numérica da Dor, a Escala Visual Analógica e a Escala Categórica Verbal. O UC-FJAMQ engloba, além da queixa da intensidade do sintoma, a descrição mais precisa quanto à localização; início súbito ou gradual; duração;

primeira vez ou recorrente; associação com perda de movimento; impacto no desempenho da atividade aérea tanto quanto à capacidade física (habilidade de suportar a força G para *performance* ideal ou a influência na decisão de usar equipamentos como capacete ou óculos de visão noturna) como à capacidade cognitiva (concentração, manutenção da contagem, precisão e tempo de execução das tarefas); repercussão em atividades não relacionadas ao voo, incluindo sono, repouso e outras atividades da vida diária; alterações na rotina laboral, como o número de dias com perda ou reagendamento de tarefas aéreas; à procura por assistência à saúde mediante atendimento profissional ou uso de medicamentos. Além disso, obteve consenso na definição de lesões registráveis para uso em tripulação de aviação de caça, com valioso *feedback* de especialistas internacionais e a análise de sua validade revelou sólida robustez psicométrica, superando métodos convencionais de vigilância de lesões.

3. DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

A monitorização de queixas musculoesqueléticas nas populações militares, sobretudo aviadores das Forças Armadas, é um processo complexo, havendo uma carência de ferramentas de vigilância confiáveis e definições acordadas para esse registro (Wallace *et al.*, 2022). Nesse contexto, a coleta precisa desses dados tem se mostrado um desafio devido à variedade de métodos de vigilância utilizados e, portanto, tal heterogeneidade das métricas tem dificultado a obtenção de uma visão abrangente e confiável da carga de problemas musculoesqueléticos nessa população específica (Wallace *et al.*, 2022). Além disso, uma abordagem científica rigorosa é fundamental na identificação dos fatores de risco e exige informações precisas e definições conceituais universais, bem como variáveis preditoras que expliquem as diferenças entre os militares (Rhon *et al.*, 2022).

4. ESPECIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo adaptar transculturalmente o questionário UC-FJAMQ e avaliar sua validade e reprodutibilidade para ser utilizado em pilotos da FAB.

4.2. Objetivos específicos

- Realizar a revisão bibliográfica envolvendo publicações da cultura do questionário original;
- Examinar criticamente os itens acerca da correspondência nos dois idiomas;
- Submeter a versão original do questionário para tradução por dois tradutores, realizar a síntese das duas versões, prosseguir com a retradução

(*back translation*) em duas versões e obter a equivalência entre retraduições e questionário original;

- Discutir com o júri-*expert* os ajustes finais e avaliar aceitabilidade, compreensão e impacto do pré-teste;
- Avaliar junto ao grupo de pesquisa quanto à pertinência e adequação do: veículo e formato das questões/instruções; cenário de administração; modo de aplicação e de categorização;
- Realizar o teste psicométrico com enfoque na avaliação de validade dimensional e adequação de itens componentes, confiabilidade e validade construto e de critério.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Aplicabilidade e relevância

Os sintomas musculoesqueléticos representam um obstáculo ao desempenho humano, pois sua intensidade está diretamente relacionada à limitação que impõe ao indivíduo para executar suas atividades (Kent; Upp; Buckenmaier, 2011). Portanto, a avaliação da dor, seu impacto no desempenho humano e o desenvolvimento de métricas para mensurá-la podem ser utilizados para identificar contramedidas que visem corrigir e otimizar o desempenho, possibilitando uma compreensão abrangente dos limites das tarefas psicomotoras associadas à missão (Nindl *et al.*, 2015). Por conseguinte, espera-se que pesquisadores e equipes de saúde que assistenciem os pilotos militares das Forças Armadas do Brasil adotem o questionário UC-FJAMQ adaptado como ferramenta de vigilância precisa na avaliação e identificação precoce de queixas musculoesqueléticas a fim de contribuir padronizar a coleta desses dados a fim de melhorar a saúde a partir da prevenção de lesões, além de aprimorar desempenho humano operacional dos aviadores.

REFERÊNCIAS

- BANG, B.; LINDER, J.; HARMS-RINGDAHL, K. Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain. **Aviation Space Environment Medicine**, 76, n. 4, p. 375-80, 2005.
- ARAFAT, S. M. *et al.* Cross cultural adaptation and psychometric validation of research instruments: A methodological review. **Journal of Behavioral Health**, v. 5, n. 3, 2016.
- BATISTUTA MANZI-OLIVEIRA, A. *et al.* Adaptação transcultural de instrumentos de avaliação psicológica: levantamento dos estudos realizados no Brasil de 2000 a 2010. **Psicologia-USF**, 16, n. 3, p. 367-81, 2011.
- BRANDT, Y. *et al.* A randomized controlled trial of core strengthening exercises in helicopter crewmembers with low back pain. **Aerospace Medicine Human Performance**, 86, n. 10, p. 889-94, 2015.
- FAIRBANK, J. C.; PYNSENT, P. B. The oswestry disability index. **Spine**, v. 15, n. 25, p. 2940-52, 2000.
- GOMES, S. R. A. *et al.* Factors associated with low back pain in air force fighter pilots: a cross-sectional study. **BMJ Military Health**, v. 168, n. 4, p. 299-302, 2022.
- KARCIOGLU, O. *et al.* A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? **The American Journal of Emergency Medicine**, v. 36, n. 4, p. 707-14, 2018.
- KENT, M. L.; UPP, J. J.; BUCKENMAIER, C. C. Acute pain on and off the battlefield: what we do, what we know, and future directions. **International Anesthesiology Clinics**, v. 49, n. 3, p. 10-32, 2011.
- MANEESRIWONGUL, W.; DIXON, J. K. Instrument translation process: a methods review. **Journal Advanced Nursing**, v. 48, n. 2, p. 175-86, 2004.
- MENDES, P. R. F. *et al.* Core stabilisation exercises reduce chronic low back pain in Air Force fighter pilots: a randomised controlled trial. **BMJ Military Health**, v. 170, p. 31-6, 2022.
- NINDL, B. C. *et al.* human performance optimization metrics: consensus findings, gaps, and recommendations for future research. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 29 n. 11, p. S221-45, 2015.
- RAJA, S. N. *et al.* The revised international association for the study of pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. **Pain**, v. 161, n. 9, p. 1976-82, 2020.

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 of Sport Science**, v. 22, n. 1, p. 16-34, 2022.

RUSSOMANO, T., CASTRO, J. C. **Fisiologia aeroespacial conhecimentos essenciais para voar com segurança**. 2012.

SOUZA, A. C.; ALEXANDRE, N. M. C.; GUIRARDELLO, E. B. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. **Journal de Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, p. 649-59, 2017.

WALLACE, J. *et al.* A validated injury surveillance and monitoring tool for fast jet aircrew: Translating sports medicine paradigms to a military population. **Sports Medicine Open**, v. 8, n. 1, p. 92, 2022.

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.

