



MINISTÉRIO DA DEFESA
UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA

ANAIS DO III SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL



Rio de Janeiro/RJ - Brasil



Editores:
Helder Guerra de Resende
Gilberto Pivetta Pires

2021



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Parceria institucional: Marinha do Brasil – Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes

ANAIS DO
III SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM
DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

15-16 de março de 2021

Rio de Janeiro, RJ

Editores:

Helder Guerra de Resende

Gilberto Pivetta Pires

Realização:



Apoio:



ANAIS DO
III SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM
DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA

S471 Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (3. : 2021 : Rio de Janeiro).
Anais do III Seminário de Pesquisas em Desenvolvimento Humano Operacional / Universidade da Força Aérea; organização Helder Guerra de Resende; Gilberto Pivetta Pires. – Rio de Janeiro : Universidade da Força Aérea, 2021.
183 p.

ISBN 978-65-89535-05-8

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

CDU 017

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA

Reitor:

Brig Av Lélío Walter Pinheiro da Silva Júnior

Pró-Reitor Pós-Graduação e Pesquisa

Cel Av R1 Nelson Augusto Bacellar Gonçalves

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Coordenador Acadêmico:

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim

Comissão de Apoio Acadêmico:

Dr. Adriano Percival Calderaro Calvo

Dr. Gilberto Pivetta Pires

Dr. Helder Guerra de Resende

Dra. Leonice Aparecida Doimo

1º Ten QOCON PED Isabel de Araújo Rabello

III SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Comissão Organizadora

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim

Dr. Helder Guerra de Resende

1º Ten QOCON PED Isabel de Araújo Rabello

Comissão Científica

Dr. Adriano Percival Calderaro Calvo - UNIFA/RJ

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim - UNIFA/RJ

Dra. Andréa Jansen da Silva - 2º Ten QOCon MDM, CBNB/RJ

Dra. Daniele Mariano Seda - 1º Ten(T), CEFAN/RJ

Comissão Científica (Cont.)

Dr. Daniel de Souza Alves - 1º Ten(RM2-T), CEFAN/RJ

Dra. Daniele Bintencourt Ferreira - 1º Ten QOCon FIS, HCA/RJ

Dra. Daniele Gabriel Costa - 1º Ten QOCon EFI, CDA/RJ

Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos - AFA/SP

Dra. Fabrícia Geralda Ferreira - EPCAR/MG

Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ

Dra. Leonice Aparecida Doimo - UNIFA/RJ

Dr. Marcelo Baldanza Ribeiro - 1º Ten QOCon EFI, CDA/RJ

Dra. Paula Morisco de Sá Peleteiro - 1º Ten QOCon FIS, BASC/ES-SC/RJ

Dra. Priscila dos Santos Bunn - CT(S), CEFAN/RJ

Dr. Renato de Oliveira Massafferri - 1º Ten QOCon EFI, IMAE/RJ

Dr. Thiago Jambo Alves Lopes - CC(S), CEFAN/RJ

ANAIS DO III SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Editores:

Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ

Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

Equipe Técnica de Editoração e Diagramação

Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ

Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

Cb Sgs Lessandro Augusto Queluci - UNIFA/RJ

SUMÁRIO

	Página
Apresentação	7
Linha de Atuação: Avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional	8
As principais estratégias de adaptação e enfrentamento do estresse psicológico utilizadas por militares do Exército Brasileiro durante o Curso de Ações de Comandos	9
Mestrando: Filipe de Carvalho Tolentino - 1º Ten QCO PSI, CPAEX/RJ Orientadora: Dra. Daniele Bittencourt Ferreira - 1º Ten QOCON FIS, HCA/RJ	
O impacto do estresse psicológico no desempenho operacional dos militares das Forças Armadas – uma revisão sistemática	23
Mestranda: Joana Paula Gentil dos Santos - CC(S), PNCG/RJ Orientadora: Dra. Daniele Bittencourt Ferreira - 1º Ten QOCON FIS, HCA/RJ	
Construção e validação de questionário sobre barreiras à prática regular de exercícios físicos pelos militares da Força Aérea Brasileira	36
Mestranda: Shayne Souza Mattos - Cap Int, UNIFA/RJ Coorientador: Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim - UNIFA/RJ Orientador: Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ	
Linha de Atuação: Avaliação e intervenção biodinâmica aplicada ao desempenho humano operacional	45
O teste de flexão na barra associado ao desempenho operacional de militares: dados para um estudo de revisão	46
Mestranda: Nathalia Couto da Silva - 1º Ten (RM2-T), CDM/RJ Coorientadora: Dra. Priscila dos Santos Bunn - CT(S), CEFAN/RJ Orientador: Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim - UNIFA/RJ	

Perfil e desempenho funcional de militares da Marinha do Brasil submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior	55
Mestrando: Eduardo Galhardo do Nascimento Oliveira - 1º Ten (Md), HNMD/RJ Orientador: Dr. Thiago Jambo Alves Lopes - CC(S), CEFAN/RJ	
Prevalência e tempo de instalação do primeiro sintoma de hipóxia em pilotos da Força Aérea Brasileira durante voos simulados em câmara hipobárica – análise de um preditor de alerta situacional	64
Mestrando: Gustavo Messias Costa - 1º Ten Med, GTE/DF Orientador: Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos - AFA/SP	
Aspectos ergonômicos na cabine do C-105 na presença da bolsa eletrônica de voo	74
Mestranda: Vanessa Charleaux - 1º Ten QOCON FIS, CGABEG/RJ Orientadora: Dra. Paula Morisco de Sá Peleteiro - 1º Ten QOCON FIS, BASC/ES-SC/RJ	
Fatores de risco e estratégias de prevenção para lesões associadas ao carregamento de carga: uma revisão sistemática	83
Mestranda: Carolina Alves Mizuno - 1º Ten (Md), PNN/RJ Orientadora: Dra. Priscila dos Santos Bunn - CT(S), CEFAN/RJ	
Estudo da manifestação da disfunção temporomandibular em militares da Força Aérea Brasileira	92
Mestrando: Cristiano Leite David - Cap Dent, ES-LS/MG Orientador: Dr. Adriano Percival Caldraro Calvo - UNIFA/RJ	
Proposta de elaboração de um programa de treinamento físico específico para controladores de tráfego aéreo visando melhora da operacionalidade e da segurança de voo	108
Mestrando: Diego Almeida Teixeira de Souza - Maj Av, 5º/1º GCC/PV Orientadora: Dra. Daniele Gabriel Costa - 1º Ten QOCON EFI, CDA/RJ	
Análise da força isométrica em futuros pilotos da Força Aérea Brasileira	115
Mestrando: Joel Eloi Belo Junior - Maj Av, AFA/SP Coorientador: Dr. Thiago Augusto Rochetti Bezerra - SP Orientadora: Dra. Leonice Aparecida Doimo - UNIFA/RJ	

Proposta de validação do índice de adiposidade visceral pela ressonância magnética em pilotos da Força Aérea Brasileira 130

Mestrando: José Pedro Rodrigues Ravani - 1º Ten QOMED, HAAF/RJ

Coorientadora: Dra. Leonice Aparecida Doimo - UNIFA/RJ

Orientadora: Dra. Fabrícia Geralda Ferreira - EPCAR/MG

Associação da carga de treinamento e incidência de lesões não traumáticas durante a fase de preparação física dos cursos de operações especiais da Marinha do Brasil. 149

Mestranda: Nathália Féres Gomes - 1º Ten (RM2-T), CEFAN/RJ

Coorientador: Dr. Thiago Jambo Alves Lopes - CC(S), CEFAN/RJ

Orientador: Dr. Daniel de Souza Alves - 1º Ten (RM2-T), CEFAN/RJ

Investigação da prevalência de dor lombar nos militares dos esquadrões de aviação de patrulha da Força Aérea Brasileira 162

Mestranda: Daniele Cristina Jacovetti - 1º Ten QOCON EFI, CDA/RJ

Coorientadora: Dra. Andréa Jansen da Silva - 2º Ten QOCON MDM, CBNB/RJ

Orientador: Dr. Marcelo Baldanza Ribeiro - 1º Ten QOCON EFI, CDA/RJ

Análise da variabilidade da frequência cardíaca em pilotos da Academia da Força Aérea Brasileira submetidos a voo com alteração de altitude e carga Gz 170

Mestrando: Edson Koury do Nascimento - 1º Ten Av, AFA/SP

Coorientador: Dr. Adriano Percival Caldraro Calvo - UNIFA/RJ

Orientador: Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

APRESENTAÇÃO

O Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional (SPDHO) é um evento de natureza acadêmica realizado anualmente pelo Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional (PPGDHO) da Universidade da Força Aérea (UNIFA), no primeiro semestre de cada ano letivo.

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

Nesta terceira edição do SPDHO foram apresentados 15 trabalhos acadêmicos, sendo três tematicamente relacionados à linha de avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional, e 12 inseridos na linha de avaliação e intervenção biodinâmica. Os autores dispuseram de 15 minutos para a exposição dos aspectos relevantes dos respectivos trabalhos, seguido de uma avaliação realizada por especialistas convidados. O objetivo foi apontar as lacunas e inadequações identificadas no sentido de assegurar que a continuidade das pesquisas e produções técnicas sofram os ajustes necessários para a garantir a qualidade e relevância dos trabalhos de conclusão de curso, contemplando os interesses e necessidades estratégicas de cada uma das Forças envolvidas, considerando as expertises temáticas do PPGDHO.

Cabe esclarecer que alguns trabalhos, por opção dos autores, revelaram mais informações do que aquelas requeridas para esta etapa do processo de formação e solicitada pela Comissão Científica deste evento, tendo incluído procedimentos metodológicos e até resultados preliminares.

Comissão Organizadora
Comissão Científica
III SPDHO



Linha de Atuação:

Avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional

Ementa:

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

As principais estratégias de adaptação e enfrentamento do estresse psicológico utilizadas por militares do Exército Brasileiro durante o Curso de Ações de Comandos

Filipe de Carvalho Tolentino - 1º Ten QCO PSI, CPAEX/RJ
Dra. Daniele Bittencourt Ferreira - 1º Ten QOCON FIS, HCA/RJ

Palavras-chaves: Militares; Estresse Psicológico; Adaptação Psicológica; Estresse Ocupacional.

INTRODUÇÃO

Em uma concepção abrangente, a função militar pode ser entendida como protagonista da defesa do país contra uma força adversa, interna ou externa, ou ameaça à ordem. Integra as Políticas da Segurança Nacional, disponibilizando os meios necessários à preservação da soberania de uma nação. Entende-se a profissão militar como uma atividade da área da segurança de um Estado, onde se faz necessário a aquisição de uma gama de habilidades necessárias para desempenhar essa função (COSTA, 2020).

As peculiaridades do labor militar diferem os integrantes das Forças Armadas de outras categorias de profissionais, especialmente quando se leva em conta o nível de abnegação imposto e as situações potencialmente perigosas a que podem ser expostos (MARTINS; LOPES, 2012), demandando um alto nível de responsabilidade, comprometimento e sacrifício (BRASIL, 1980). Ao longo de sua jornada na caserna, o combatente é exposto a situações potencialmente perigosas (JUNIOR; NEVES, 2019). Tais riscos normalmente advém das condições impostas pelos adestramentos ou missões reais (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2017). Além disso, o ambiente militar é constituído por regras e normas que precisam ser seguidas rigorosamente, pois trata-se de um ambiente hierarquizado onde se enaltece o papel da disciplina (MARTINS; LOPES, 2012). Dessa forma, natureza do trabalho realizado pelos combatentes pode ser considerada perigosa e estressante, pois mesmo atuando sob diferentes condições de paz ou guerra, o treinamento e rotina militar visa sempre propiciar a preparação para situação de combate (NAKKAS, ANNEN, BRAND, 2016).

Como a maioria das Forças Armadas do mundo, o Exército Brasileiro dispõe de unidades e tropas de elite que configuram um modelo de eficácia operacional. Dentro do Comando do Exército, as unidades de Ações de Comandos destacam-se pela versatilidade e poder de combate (MORGAN *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2015), tendo como diferencial em relação às unidades tradicionais sua flexibilidade operacional e capacidade de atingir resultados significativos, mesmo com um contingente reduzido (LISBOA, 2017). Constituem um grupo seletivo, especializado em ações bélicas diretas, que agem lançando mão de técnicas de combate complexas, normalmente em locais hostis, com grande probabilidade de confronto armado (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016).

O militar concludente do Curso de Ações de Comandos (CAC), passa a ter como sua atividade principal a atuação em Operações Especiais. Tais operações são conduzidas em locais adversos, desfavoráveis, potencialmente perigosos, de difícil acesso, com objetivos estratégicos, lançando mão de habilidades e técnicas específicas, que não estão disponíveis nas tropas tradicionais. Para isso, os grupamentos de Comandos são organizados para que possam atuar em diversos terrenos e ambientes, considerando a possibilidade de agir em conjunto com outras instituições envolvidas na segurança pública e defesa nacional (DANTAS, SZELBRACIKOWSKI, SILVA, 2012; EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016, 2017)

Os militares atuantes nas Operações Especiais costumam ser empregados em situações nas quais o emprego de tropas comuns não seria adequado. Por isso sua composição e adestramento são características marcantes e diretamente ligadas ao desempenho superior e sucesso nas missões, de forma que esses combatentes se destaquem pela alta performance e precisão (LISBOA, 2017). Por essa razão é dada tamanha importância à formação desses recursos humanos, treinados para atuar em cenários complexos com demandas peculiares, onde é necessário aliar a rusticidade à qualificação profissional do combatente (SILVA *et al.*, 2015).

O Curso de Ações de Comandos (CAC) tem duração de até quatorze semanas que são divididas em quatro módulos. O primeiro módulo dura cerca de uma semana e se destina às medidas administrativas como inspeção de saúde, avaliação psicológica e outros exames. O segundo módulo tem duração de duas semanas e tem como finalidade fazer o nivelamento dos alunos. O terceiro módulo é o mais extenso, composto por dez semanas, onde são ministrados os conteúdos técnicos e operacionais próprios da formação do Comandos. Já o quarto módulo trata-se de uma desmobilização dos alunos, que dura uma semana (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016).

Os alunos são testados em inúmeros aspectos relativos à capacidade de lidar com adversidades, os níveis de exigência são intencionalmente mantidos de forma elevada durante todo curso, o que acarreta uma considerável carga de estresse (SILVA *et al.*, 2015; EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016; 2017).

Para melhor compreensão do estresse psicológico aos quais esses militares são submetidos no curso e sua avaliação, é preciso compreender melhor esse conceito.

Em 1936, Hans Selye elaborou a definição da palavra “estresse”. Segundo o autor, é a condição que se apresenta pela síndrome geral de adaptação, conceito este cunhado posteriormente em 1946, que se constitui de um grupo de respostas do organismo ao ser exposto a circunstâncias extremas, que exacerbam o limite das faculdades reguladoras do ser (SELYE, 1936; SELYE, 1946).

Entre a década de 1930 e os dias atuais, muito se avançou no que diz respeito aos estudos envolvendo estresse. Diversos autores alcançaram destaque com seus estudos, contribuindo com teorias a respeito desse fenômeno ou aprimorando concepções e conceitos (LAZARUS, FOLKMAN, 1984; CARVER, SCHEIER, WEINTRAUB, 1989; DIAS, PAIS-RIBEIRO, 2019.).

Lipp e Lipp (2019) expandiram a noção do que de fato constitui o estresse. Segundo os autores, o estresse é um estado de desequilíbrio funcional desenvolvido diante de situações desafiadoras que levam o organismo a utilizar seus recursos psicobiológicos para lidar com

eventos que demandam ação mobilizadora. É uma tentativa de superar o desafio para sobreviver à ameaça, seja ela real ou imaginária. Essencialmente, está relacionada à necessidade do organismo lidar com algo que ameaça sua homeostase ou equilíbrio interno.

Em outras palavras, o estresse ocasiona adequações do ser ao ambiente, o que o torna útil para a autopreservação e sobrevivência do sujeito. No entanto, em excesso ou por períodos prolongados, pode ter efeitos deletérios. Por isso, é importante conseguir administrar seus níveis, intensidade e duração (LIPP, MALAGRIS, 2001). Como exemplo, temos o caso onde sintomas como cefaleia, náusea, insônia, perda de memória dentre outros, foram relacionados a carga de estresse emocional vivida em operações reais realizadas no início dos anos 2000 pelo Exército dos EUA (BRENNER *et al.*, 2015).

Os elementos causadores do estresse, ou estressores, são acontecimentos, bons ou ruins, que podem causar uma alteração intensa nas emoções de uma pessoa, desequilibrando a homeostase e forçando o organismo a se adaptar (LIPP, MALAGRIS, 2001). Podem ser classificados como internos (proveniente dos processos mentais e organismo), externos (provenientes do meio) e psicossociais (proveniente dos relacionamentos interpessoais e histórico de vida) (LAZARUS, FOLKMAN, 1984; LIPP, MALAGRIS, 2004).

Considerando que o ambiente militar possui muitas peculiaridades, estas por si só constituem uma importante fonte de estresse laboral. Trata-se de um ambiente competitivo, fortemente hierarquizado, onde sempre há a possibilidade de mudanças iminentes e modificações que podem ir de encontro aos anseios do indivíduo (MARTINS; LOPES, 2012). Mais especificamente, no contexto de operações militares e cursos operacionais, muitos destes estressores se fazem presentes de maneira mais intensa e diversificada (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2017; JENNINGS; MELVIN; BELEW, 2017), inclusive com a possibilidade de morrer ou de ter que matar outro ser humano (GROSSMAN, 2007; MARTINS; LOPES, 2012; JUNIOR; NEVES, 2019). Em um estudo realizado em policiais militares, foi observado que os que apresentavam em maior magnitude de sintomas de estresse, foram os que atuavam diretamente na área operacional (LIZ *et al.*, 2014).

A palavra estresse abrange uma gama de aspectos variados que vão desde reações biológicas até reações mentais, normalmente atreladas a alguma situação vivida, influenciada por eventos internos ou externos. De maneira semelhante, o termo estresse de combate possui relação com os impactos causados pela vivência de situações peculiares do combate. Porém, tais estressores não estão presentes apenas nas situações reais de guerras e confrontos bélicos, mas também em exercícios e treinamentos onde essas situações sejam simuladas ou apresentem estressores similares (SILVA *et al.*, 2015).

Além de privações de sono, água, comida e conforto, os combatentes empregados em cenários operacionais são inevitavelmente expostos a estressores emocionais (LIZ *et al.*, 2014; BRENNER *et al.*, 2015). São considerados fatores de risco mais comumente encontrados em situações operacionais que contribuem para um estado mental alterado: calor ou frio excessivo, inalação de monóxido de carbono, concussões, infecções, uso de medicamentos contra armas químicas, sobrecarga de atividades, problemas familiares, assédio e vivência de evento traumático (OTAN, 2019).

Esse tipo de exposição está associado ao desenvolvimento de psicopatologias como transtorno de estresse pós-traumático (BRENNER *et al.*, 2015), inclusive naqueles que não mais atuam na área como por exemplo os da reserva (SACHS-ERICSSON *et al.*, 2016). Ressalta-se que todos esses aspectos estão presentes na carreira do militar combatente, em especial dos que atuam nas ações bélicas diretas (GROSSMAN, 2007; EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016, 2017), uma vez que os treinos em ambientes hostis e simulações de combate tem como finalidade diminuir a sensibilidade a esses tipos de estressores, para que o militar esteja mais bem preparado para lidar com tais dificuldades em situações reais (SILVA *et al.*, 2015).

No Brasil, em um levantamento realizado pelo Centro de Estudos de Pessoal do Exército Brasileiro e publicado em documentos internos, foram identificados os principais estressores do CAC. Os referidos estressores foram mensurados ao longo do curso realizado em 2011 em quatro momentos diferentes, sendo o primeiro, cinco dias após matrícula; o segundo, antes do teste de reação de líder (TRL); o terceiro, durante o TRL; e o quarto, depois da missão de montanha. Desses, os que se apresentaram com maior média, considerados os mais intensos dentre todos os 43, foram os seguintes:

Quadro 1 - Os 15 estressores mais intensos, respectivas médias e DP (momento 1 a 4)

Ordem	Estressor	Média	DP	Momento
1º	Problemas de saúde: ferimentos, dor e mal estar, entre outros	7,42	2,58	3 (TRL)
2º	Carregar carga pesada (peso da mochila)	7,12	2,33	3 (TRL)
3º	Sofrer privação de sono	6,81	2,35	2 (antes TRL)
4º	Receio de apresentar problema de saúde	6,45	2,68	4 (pós missão de montanha)
5º	Sentir falta de pequenos intervalos administrativos para organizar sua vida	6,42	3,04	1 (5 dias após matrícula)
6º	Sentir frio	6,41	1,96	1 (5 dias após matrícula)
7º	Sofrer desgaste físico em subida	6,40	2,63	3 (TRL)
8º	Sentir efeitos nocivos da exposição prolongada à água do mar	6,35	2,76	2 (antes TRL)
9º	Carregar carga pesada	6,09	2,77	2 (antes TRL)
10º	Sofrer desgaste físico geral	6,07	2,25	4 (pós missão de montanha)
11º	Sentir falta de tempo para desenvolver as atividades	6,03	2,57	2 (antes TRL)
12º	Sofrer impacto ao rever a família	6,00	2,61	3 (TRL)
13º	Receber punições injustas	5,95	2,16	2 (antes TRL)
14º	Ser exposto à imprevisibilidade	5,91	2,06	1 (5 dias após matrícula)
15º	Sentir falta de união no grupo	5,89	2,48	2 (antes TRL)

Fonte: DANTAS, SZELBRACIKOWSKI, SILVA, 2012

Nota: TRL significa Teste de Reação de Líder

Essas informações são relevantes, pois precisamos considerar que as Forças Armadas brasileiras têm aumentado sua participação em diversas operações, e que o emprego de tropas potencializa o estresse laboral do militar (JENNINGS; MELVIN; BELEW, 2017), tornando-se fundamental que seja possível identificar e manejar essas situações, a fim de reduzir os efeitos

nocivos provocados ao indivíduo e à tropa (JUNIOR; NEVES, 2019). Alguns estudos indicam que a exposição aos cenários violentos de guerra pode ocasionar uma série de impactos psicológicos (AYER *et al.*, 2015; SHAMIA *et al.*, 2015; CHICUE *et al.*, 2018), comprometendo a saúde mental e gerando transtornos psicopatológicos (KRUIJFF *et al.*, 2019), além de exaustão e perda de produtividade (MARTINS; LOPES, 2012).

Considerando que o estresse contribui para o aumento da ansiedade (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014) e que a exposição de combatentes aos fatores ansiogênicos durante operações militares é inevitável, torna-se necessário o desenvolvimento de habilidades particulares para que os componentes das Forças Armadas estejam aptos ao que se exigirá deles (SILVA *et al.*, 2015; EXÉRCITO BRASILEIRO, 2017), uma vez que as reações ao estresse operacional podem ser incapacitantes (OTAN, 2019). Nessa perspectiva, existem estratégias adotadas para manejar reações de estresse e ansiedade. Essas são denominadas estratégias de enfrentamento ou estratégias de *coping* (MORGAN; HOURANI; TUELLER, 2017).

Coping é o conjunto de esforços cognitivos e comportamentais que o indivíduo lança mão para lidar com situações estressantes específicas, de origem interna ou externa, que são interpretadas como capazes de sobrecarregar ou exceder os recursos pessoais para enfrentá-las (LAZARUS; FOLKMAN, 1984). Essa conceituação teórica é considerada como a que propõe o modelo mais abrangente no que diz respeito à compreensão dessas estratégias (BERESFORD, 1994), e que continua sendo útil e importante nos estudos dos eventos estressantes, bem como nas intervenções de estratégias que auxiliem pessoas a lidar melhor com situações do tipo (DIAS; PAIS-RIBEIRO, 2019).

Segundo essa teoria, o fenômeno denominado *coping* se dá através de uma relação entre a pessoa e o meio, onde seu papel é gerir a situação causadora do estresse. Ainda dentro dessa concepção, presume-se que o enfrentamento do estresse aconteça por meio de uma avaliação situacional dos agentes estressores, onde estes são interpretados subjetivamente, proporcionando uma ativação de recursos individuais para mitigar, reduzir ou suportar as demandas que a situação estressora exige (LAZARUS; FOLKMAN, 1984).

De acordo com a teoria em questão, as estratégias de *coping* são classificadas em: focadas na emoção ou focada no problema. As estratégias focadas na emoção visam moderar os estados de ânimo, enquanto que as focadas no problema visam atuar diretamente no estressor. Dependem de mudanças no indivíduo, no meio ou na relação entre esses (LAZARUS; FOLKMAN, 1984). As estratégias que compõem o repertório de cada pessoa são subjetivas (LIPP; LIPP, 2019) e nem todas as estratégias de enfrentamento são eficientes ou saudáveis (BIAN *et al.*, 2011).

Tendo em vista o crescente interesse da comunidade científica em estudar o fenômeno *coping*, diferentes instrumentos foram criados tendo como proposta avaliar as estratégias de enfrentamento utilizadas pelas mais diversas populações. As medidas das estratégias de enfrentamento, aferidas pelas mais diversas escalas criadas com esse propósito, refletem a forma como o autor de cada instrumento adotou para classificá-las (SAVÓIA; SANTANA, MEJIAS, 1996). Diversos instrumentos foram identificados na literatura, sendo os mais frequentes: Escala COPE, BriefCOPE, Inventário de Estratégias de Coping, Escala Toulousiana de Coping – ETC, Escala Toulousiana de Coping (versão reduzida) ETC – R e Questionário de

Coping em Diferentes Situações (CASQ). Desses, foram encontradas publicações com adaptação para o idioma português os instrumentos: Inventário de Estratégias de Coping, Escala Toulousiana de Coping (Versão Reduzida), Questionário de Coping em Diferentes Situações (CASQ) e BriefCOPE. Dos instrumentos adaptados para o português, a Escala Toulousiana de Coping (Versão Reduzida) ETC – R foi validada para população portuguesa e os outros três instrumentos para população brasileira. (MEJIAS, SAVÓIA, SANTANA, 1996; ANTONIAZZI, 1999; PIERRE TAP, ALVES, 2005; BRASILEIRO, 2012; NUNES *et al.*, 2014).

O inventário Brief-COPE, que se propõem a avaliar os mesmos aspectos da sua versão anterior, inventário COPE (CARVER, 1997), é composto por 28 itens que se agrupam em 14 dimensões, equivalentes aos conjuntos de estratégias mencionados anteriormente. Esses 14 fatores foram reunidos em 3 fatores independentes: adaptativo e focalizado no problema, adaptativo e focalizado na emoção e desadaptativo e focalizado na emoção (CARVER, 1997). Esse instrumento possui validação no Brasil (BRASILEIRO, 2012) e foi validado especificamente para militares do Exército Brasileiro (SILVEIRA, 2019).

Maddi e colaboradores (2012) identificaram em seu estudo que possuir boas estratégias de *coping* é de suma importância para o contexto militar. É importante destacar que a escolha da forma de enfrentamento do estresse e sua frequência de utilização estão diretamente relacionadas aos quadros de manutenção de saúde ou surgimento de transtornos mentais (BODEN *et al.*, 2014).

A concepção do estresse de combate é proveniente das teorias cognitivas, relacionadas ao estresse e estratégias de enfrentamento, com foco na carga de ansiedade gerada pela apreensão e no *coping* ativo (GAL; JONES, 1995). Estratégias ativas de *coping* são de comportamentos adotados para acabar com o estressor ou diminuí-lo, ou ainda, mudar a forma como o sujeito percebe e é impactado por ele. As peculiaridades das condições do combate exigem uma forma interativa e multidimensional, para que a variedade de fatores abrangidos no desencadeamento das estratégias de enfrentamento do estresse de combate seja compreendida. A ansiedade gerada pela apreensão acerca da situação é regulada por muitas variáveis, como, por exemplo: características da personalidade, intensidade do confronto armado, interação com os militares que exercem papel de liderança e até mesmo a forma como a operação é descrita pelos comandantes (SILVA *et al.*, 2015).

Em depoimentos de combatentes que atuaram em operações no Iraque e Afeganistão, os conflitos armados são descritos como muito impactantes e, por vezes, surreal. A expectativa de morte iminente somada ao elevado e constante nível de tensão fazem com que as estratégias de enfrentamento sejam importantes para contornar a forma como as experiências vivenciadas nesse tipo de situação afetam a capacidade de cumprir as funções esperadas (BRENNER *et al.*, 2015). Em seu estudo, Flynn, McCarroll e Biggs (2015) descreveram como a morte de um irmão de armas é algo extremamente difícil de se lidar. Em outras palavras, são as estratégias de *coping* eficazes que impedem que as pessoas acometidas pelos sintomas de estresse sucumbam (LIZ *et al.*, 2014). Em contrapartida, as estratégias mal adaptativas estão ligadas ao surgimento de problemas relacionados à saúde mental (KRUIJFF *et al.*, 2019; MORGAN; HOURANI; TUELLER, 2017).

Em um estudo realizado por Adler e colaboradores (2014) com combatentes do Exército Norte-Americano, os autores identificaram que um preparo mental envolvendo aprimoramento de estratégias de coping melhora a forma de lidar com a ansiedade gerada pelas situações de combate, além de aumentar a autoconfiança e inclinação para ajudar colegas. Prykhodko e colaboradores (2019) em seu estudo identificaram que determinados tipos de estratégias de *coping* utilizadas por combatentes são importantes para a integridade de maneira geral do militar.

Um estudo realizado com recrutas da Marinha dos EUA sugeriu formas para treinar e intervir no que diz respeito à forma de se lidar com as fontes de estresse encontradas nas atividades militares. Um programa chamado *Strategies to Assist Navy Recruits' Success (STARS)* se mostrou eficiente na redução dos níveis de estresse ao adotar estratégias de *coping* adequadas na população estudada (WILLIAMS *et al.*, 2007). Com achados semelhantes, Johnson e colaboradores publicaram em 2014 um estudo também realizado com a Marinha Norte-americana apontando que indivíduos que lidam com o estresse de maneira mais saudável durante o emprego militar se recuperam melhor e mais rápido (JOHNSON *et al.*, 2014).

Alguns estudos indicam que o preparo psicológico prévio, liderança eficiente, e supervisão, tem efeitos importantes na redução dos níveis de estresse antecipatório e melhora do desempenho, além de reduzir a fadiga, o sofrimento e o risco de problemas psicológicos (CASEY, 2011; FLYNN; MCCARROLL; BIGGS, 2015). Portanto, estratégias ativas e intencionais para manejo do estresse, mais especificamente das reações ao estresse operacional, são úteis no preparo de tropas a serem empregadas. Dessa forma as unidades atuantes no teatro de operações podem mitigar o risco da baixa psiquiátrica decorrente da carga de estresse (OTAN, 2019). Estratégias de enfrentamento, especialmente o *coping* ativo, foram associadas a experiências bem-sucedidas em ambientes estressantes, particularmente no contexto militar, de forma que De Beer e Heerden (2014) propuseram a identificação das referidas estratégias para fins de seleção e aprimoramento do treinamento dos Forças Especiais.

Levando-se em conta que os alunos do Curso de Ações de Comandos são expostos a inúmeros estressores, tanto na formação como no decorrer da carreira dos concludentes, especialmente enquanto estiverem atuando na esfera das Operações Especiais (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016); e ainda, que os militares que atuam nessa área formam um grupo de elite, selecionado e treinado para ser resiliente quando exposto a situações de elevado estresse (COTIAN *et al.*, 2014), é importante que os envolvidos nas situações em questão tenham recursos cognitivos e comportamentais para conseguirem lidar com a grande carga de estresse a qual serão submetidos.

Cabe ressaltar que servir nas Forças Armadas requer a preparação física e mental necessária para planejar, treinar e executar operações militares. Qualquer condição de saúde, inclusive psicológica, que limite a capacidade de um militar representa um risco para o sucesso desse indivíduo, da unidade e da missão (OTAN, 2019).

JUSTIFICATIVA

As atribuições que o militar desempenha, não só por ocasião de eventuais conflitos, para os quais deve estar sempre preparado, mas, também, no tempo de paz, exigem-lhe elevado nível

de saúde física e mental. Na carreira militar de uma maneira geral e principalmente nos cursos operacionais, a carga de estresse é sempre presente, podendo comprometer a higidez e a performance dos envolvidos. Além dos agentes estressores físicos e ambientais, o curso exige dos combatentes o processamento de informações e a tomada de decisões com velocidade acima do convencional, sendo determinante para o resultado da operação. Nesse cenário, é crucial ter habilidade para reconhecer e gerir as situações estressantes, minimizando os efeitos negativos com repercussão a nível individual e coletivo. Tais requisitos e competências, no caso dos militares envolvidos nas Operações Especiais, englobam os recursos mentais e comportamentais destes para lidarem com as adversidades impostas pela natureza do emprego tático e estratégico de Ações de Comandos

Tendo em vista a estreita relação entre a capacidade de gerenciar os agentes estressores e o nível de operacionalidade do militar, torna-se evidente a importância da aplicação de estratégias de enfrentamento eficientes. Nesse sentido, as estratégias de enfrentamento ou estratégias de *coping*, são recursos muito úteis para manejar as reações de estresse e ansiedade.

Ter ciência das estratégias de *coping* mais corriqueiramente usadas pelos candidatos ao Curso de Ação de Comandos (CAC), pode auxiliar os envolvidos na formação desses combatentes a terem uma compreensão do perfil dos candidatos, podendo aperfeiçoar(adaptar) a capacidade de resiliência dos alunos aos fatores estressores encontrados no curso, favorecendo a formação de um combatente mais bem adaptado às situações que serão encontradas nas operações reais, otimizando o desempenho operacional do militar.

OBJETIVOS

Objetivos gerais

Identificar as principais estratégias de adaptação e enfrentamento do estresse psicológico utilizadas por militares do Exército Brasileiro durante o Curso de Ações de Comandos, e avaliar a associação destas com o desempenho do aluno.

Objetivos específicos

- Identificar a prevalência dos agentes estressores e das estratégias de *coping* em uma coorte de militares previamente ao Curso de Ações Comandos;
- Analisar o perfil dos militares que concluíram o Curso de Ações Comandos;
- Observar se existe variação do nível de estresse dos militares desde o período inicial; e
- Verificar a associação entre estratégias de *coping* anteriores ao início do curso e o desempenho dos militares no decorrer do Curso de Operações Comandos da coorte de militares.

METODOLOGIA

O presente projeto traz como proposta um estudo de coorte prospectiva de militares matriculados no curso de Ações de Comandos nos anos 2021-22, ministrado no Centro de Instrução de Operações Especiais (CIOpEsp).

A população será formada por todo militar que ingresse no Curso de Ações de Comandos. Tradicionalmente, o CIOpEsp forma uma turma de Comandos por ano, excepcionalmente forma-se uma segunda turma no ano. As turmas costumam iniciar com cerca de 100 alunos sendo 50% oficiais e 50% Sargentos. Todos os alunos são voluntários do sexo masculino, se oficial, 2º Tenente, 1º Tenente ou Capitão de carreira das Armas, Quadro de Material Bélico, Serviço de Intendência ou Serviço de Saúde; se praça, 3º Sargento, 2º Sargento de carreira, Combatente ou Logística.

Será adotado como critério de exclusão os participantes que não assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou que optarem por não participar do estudo.

Este estudo traz como variável independente as estratégias de *coping* adotadas pelos participantes do curso e como variável dependente, o desempenho no curso. O estresse, nesse caso, será tratado como covariável (variável de controle). Outras covariáveis que serão analisadas são: idade, estado civil, quantidade de filhos, gênero, escolaridade, tempo de serviço militar, etilismo, tabagismo e opções de lazer. Estas serão levantadas através de um questionário de auto relato que será ministrado na mesma ocasião da escala de *coping*.

Serão utilizados nesse estudo, duas escalas e um questionário padronizado para coleta de informações gerais, sendo uma escala para identificar as estratégias de enfrentamento utilizadas pelos sujeitos submetidos à essa pesquisa, uma escala de para aferir estresse, ansiedade e depressão, e um questionário informativo com dados sociodemográficos e hábitos de vida.

A escala a ser utilizada é o inventário Brief-Cope. Tal escala fora adaptada para população brasileira e posteriormente validada com população militar do Exército Brasileiro. Esse instrumento é composto por 28 itens agrupados em 14 fatores. Esses 14 fatores são reunidos em 3 fatores independentes: Adaptativo e focalizado no problema, adaptativo e focalizado na emoção e desadaptativo e focalizado na emoção. As respostas são marcadas em uma escala do tipo Likert que varia de 0 a 3, onde 0 equivale a “não, em absoluto”, 1 equivale a “um pouco”, 2 equivale a “bastante”, e 3 equivale a “muito” (CARVER, 1997; BRASILEIRO, 2012; SILVEIRA, 2019).

A escala de estresse, ansiedade e depressão a ser utilizada é a DASS-21 (LOVIBOND, LOVIBOND, 1995), uma escala de autopreenchimento, que contempla três subconjuntos (com 7 questões cada) referente aos sintomas relacionados aos sintomas de estresse, de ansiedade e de depressão. Foi desenvolvida com base na escala tipo Likert, com opções de resposta variando de 0 a 3. Ao final do preenchimento, há um somatório dos valores em cada subescala e elevados escores indicam nível de sofrimento importante do indivíduo relacionado a determinada subescala. Esse instrumento foi validado no Brasil (VIGNOLA, 2013).

Um questionário elaborado para fins desse estudo levantará informações relacionadas à idade, estado marital, filhos, escolaridade, cor de pele, patente, tempo de serviço, participação

em cursos anteriores, participação em missões de combate real, motivação para fazer o curso, tabagismo, ingestão de álcool, prática de atividade física no lazer e atividades físicas no lazer.

Os resultados das escalas aplicadas serão comparados com o desempenho dos alunos no CAC, gerando uma medida de associação, para verificar se determinadas estratégias de *coping* servem como fator de proteção.

A análise descritiva da população estudada contemplará variáveis contínuas e categóricas. Para mensuração das primeiras serão realizadas medidas de tendência central e de dispersão. Para as variáveis categóricas serão realizadas frequências simples de acordo com as categorias presentes em cada variável.

Na análise bivariada entre os desfechos dicotômicos e a variável independente selecionada, será realizado o risco relativo, considerando intervalo de confiança de 95%.

Para controle das variáveis de confundimento e interação entre as variáveis e o desfecho (conclusão do curso), será realizada regressão logística pelo método *enter*, considerando a significância estatística (IC 95%).

RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que seja possível identificar quais são as estratégias de *coping* mais eficazes para lidar com os estressores específicos do Curso de Ações de Comandos, e com isso colaborar com a formação desses militares, aprimorando a performance operacional por meio de um processo seletivo aperfeiçoado, além de fornecer mais subsídios para a o trabalho da Seção Psicopedagógica do CIOpEsp.

Parte-se do princípio que é possível chegar a esses resultados através da identificação da prevalência dos agentes estressores e das estratégias de *coping* utilizadas. Dessa forma imagina-se poder identificar um padrão de estratégias bem-sucedidas através da verificação da existência de associação positiva entre essas e o desempenho dos militares concludentes do curso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, A.B. *et al.* Resilience Training with Soldiers during Basic Combat Training: Randomisation by Platoon. **Applied Psychology: Health and Well-Being**, p. 1-23 2014. DOI:10.1111/aphw.12040

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

ANTONIAZZI, A.S. Desenvolvimento de instrumentos para a avaliação de coping em adolescentes brasileiros. 1999. 98 f. **Tese (Doutorado)** - Curso de Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento, Instituto de Psicologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

- AYER, L. *et al.* Psychological Aspects of the Israeli – Palestinian Conflict : A Systematic Review. **Trauma, Violence & Abuse**, p. 1-17, 2015.
- BEER, M.; HEERDEN, A.V. Exploring the role of motivational and coping resources in a Special Forces selection process. **SA Journal of Industrial Psychology**, v. 40, n. 1, p. 1-13, 2014.
- BERESFORD, B.A. Resources and strategies: how parents cope with the care of a disabled child. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 35, n. 1, p. 171–209, 1994.
- BIAN, Y. *et al.* Change in coping strategies following intensive intervention for special-service military personnel as civil emergency responders. **Journal of Occupational Health**, v. 53, n. 1, p. 36–44, 2011.
- BODEN, M.T. *et al.* Coping among military veterans with PTSD in substance use disorder treatment. **Journal of Substance Abuse Treatment**, v. 47, n. 2, p. 160–167, 2014.
- BRASIL. **Lei Nº 6.880, De 9 De Dezembro De 1980. Estatuto dos Militares**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6880.htm>.
- BRASILEIRO, S.V. **Adaptação transcultural e propriedades psicométricas do COPE Breve em uma amostra brasileira**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- BRENNER, L.A. *et al.* Soldiers returning from deployment: A qualitative study regarding exposure, coping, and reintegration. **Rehabilitation Psychology**, v. 60, n. 3, p. 277–285, 2015.
- CARVER, C.S.; SCHEIER, M.F.; WEINTRAUB, J.K. Assessing coping strategies: a theoretically based approach. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 56, n. 2, p. 267–283, 1989.
- CARVER, C.S. You want to measure coping but your protocol's too long: Consider the brief COPE. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 4, n. 1, p. 92–100, 1997.
- CASEY, G.W. Comprehensive soldier fitness: a vision for psychological resilience in the U.S. Army. **American Psychologist**, v. 66, n. 1, p. 1–3, 2011.
- CHICUE, L.C. *et al.* Enfermedad mental y factores asociados en oficiales del Ejército Nacional de Colombia en conflicto armado. **Index de Enfermería**, v. 27, n. 4, p. 211–215, 2018.
- COSTA, F.C.S. Tendências ocupacionais no Exército Brasileiro (1998-2012). **Sociologias**, v. 22, n. 53, p. 172–193, 2020.
- COTIAN, M.S. *et al.* Revisão sistemática dos aspectos psicossociais, neurobiológicos, preditores e promotores de resiliência em militares. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 63, n. 1, p. 72–85, 2014.
- DANTAS, J.B.; SZELBRACIKOWSKI, A.C.; SILVA, A.M.M. **Avaliação psicológica do curso de ações de comandos**. Rio de Janeiro: Centro de Estudos de Pessoal e Forte Duque de Caxias, 2012.

DIAS, E.N.; PAIS-RIBEIRO, J.L. O modelo de coping de Folkman e Lazarus: aspectos históricos e conceituais. **Revista Psicologia e Saúde**, n. 11, n. 2, p. 55–66, 2019.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Separata ao Boletim do Exército nº 48 de 2016. Diretriz Reguladora para a Inscrição, Seleção, Matrícula e Execução dos Cursos do Centro de Instrução de Operações Especiais (EB 20-D-01.048)**. Brasília, DF: Estado Maior do Exército, 2016.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Manual de Campanha - EB70-MC-10.223**. Brasília, DF: Comando de Operações Terrestres, 2017.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Boletim do Exército nº 16**. Brasília, DF: Comando de Operações Terrestres, 2017.

FLYNN, B.W.; MCCARROLL, J.E.; BIGGS, Q.M. Stress and resilience in military mortuary workers: care of the dead from battlefield to home. **Death Studies**, v. 39, n. 2, p. 92–98, 2015.

GAL, R.; JONES, F.D. **A psychological model of combat stress background to the model the appraisal process modes of response modes of coping**. In: MEDICAL DEPARTMENT OF THE U.S.A. ARMY. **War Psychiatry**, p. 133–148, 1995.

GROSSMAN, D. **Matar! Um estudo sobre o ato de matar**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 2007.

JENNINGS, B.M.; MELVIN, K.C.; BELEW, D.L. Understanding deployment from the perspective of those who have served. **Nursing Outlook**, v. 65, n. 4, p. 455–463, 2017.

JOHNSON, D.C. *et al.* Modifying resilience mechanisms in at-risk individuals. **American Journal of Psychiatry**, v. 171, n. 8, p. 844–853, 2014.

JUNIOR, L.P.O.; NEVES, A.N. A promoção da resiliência em militares envolvidos em missões de paz. **Military Review**, p. 81-88, segundo trimestre, 2019.

KRUIJFF, L.G.M. *et al.* Coping strategies of Dutch servicemembers after deployment. **Military Medical Research**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2019.

LAZARUS, R.S.; FOLKMAN, S. **Stress, appraisal, and coping**. New York: Springer Publishing Company, 1984.

LIPP, M.E.N.; MALAGRIS, L.E.N. **O stress emocional e seu tratamento**. In: RANGÉ, B. **Psicoterapias cognitivo-comportamentais: um diálogo com a psiquiatria**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

LIPP, M.E.N.; MALAGRIS, L.E.N. **O stress no Brasil de hoje: pesquisas avançadas**. Campinas: Papirus, 2004.

LIPP, M.N.; LIPP, L.M.N. Proposal for a Four-Phase Stress Model. **Psychology**, v. 10, n. 11, p. 1435–1443, 2019.

LISBOA, R.A.P. A relevância das operações especiais no contexto dos conflitos contemporâneos. **Doutrina Militar Terrestre**, v. 5, p. 36–45, 2017.

- LIZ, C.M. *et al.* Características ocupacionais e sociodemográficas relacionadas ao estresse percebido de policiais militares. **Revista Cubana de Medicina Militar**, v. 43, n. 4, p. 467–480, 2014.
- LOVIBOND, P.S.; LOVIBOND, S.H. The structure of negative emotional states: comparison of the Depression Anxiety Stress Scales (Dass) with The Beck Depression And Anxiety Inventories. **Medical and Biological Engineering and Computing**, v. 33, n. 3, p. 313–315, 1995.
- MARTINS, L.C.X.; LOPES, C.S. Military hierarchy, job stress and mental health in peacetime. **Occupational Medicine**, v. 62, n. 3, p. 182–187, 2012.
- MORGAN, C.A. *et al.* Plasma neuropeptide-Y concentrations in humans exposed to military survival training. **Biological Psychiatry**, v. 47, n. 10, p. 902–909, 2000.
- MORGAN, J.K.; HOURANI, L.; TUELLER, Stephen. Health-related coping behaviors and mental health in military personnel. **Military Medicine**, v. 182, n. 3, p. e1620–e1627, 2017.
- NAKKAS, C.; ANNEN, H.; BRAND, S. Psychological distress and coping in military cadre candidates. **Neuropsychiatric Disease and Treatment**, v. 12, p. 2237–2243, 2016.
- NUNES, O. *et al.* **Escala Toulousi versão reduzida**: Manual técnico de utilização. Lisboa: Universidade Autónoma de Lisboa, 2014.
- OTAN. **Forward Mental Healthcare**. Nato Standardization Office (NSO), Edition B., v. 1, 2019.
- PIERRE TAP, E.S.C.; ALVES, M.N.. Escala Toulousiana de Coping: estudo de adaptação à população portuguesa. **Psicologia, Saúde & Doenças**, v. 6, n. 1, p. 47–56, 2005.
- PRYKHODKO, I. *et al.* Classification of coping strategies influencing mental health of military personnel having different combat experience. **Georgian Medical News**, n. 297, p. 130–135, Combat exposure in early adulthood interacts with recent stressors to predict PTSD in aging male veterans. **Gerontologist** 2019.
- SACHS-ERICSSON, N. *et al.* Combat exposure in early adulthood interacts with recent stressors to predict PTSD in aging male veterans. **Gerontologist**, v. 56, n. 1, p. 82–91, 2016.
- SAVOIA, M.G.; SANTANA, P.R.; MEJIAS, N.P. **Adaptação do inventário de estratégias de coping de Folkman e Lazarus para o Português**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996.
- SELYE, H.A. Syndrome produced by diverse nocuous agents. **Nature**, v. 36, 1936.
- SELYE, H. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. **The Journal of Allergy**, v. 17, p. 231, 1946.
- SHAMIA, N.A.; THABET, A.A.M.; VOSTANIS, P. Exposure to war traumatic experiences, post-traumatic stress disorder and post-traumatic growth among nurses in Gaza. **Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing**, v. 22, n. 10, p. 749–755, 2015.
- SILVA, A.M.M. *et al.* Estressores, níveis de estresse e representações pictóricas. **Revista Naval: Psicologia em destaque**, v. 3, n. 3, 2015.
- SILVEIRA, C.R. **Bem-estar dos militares do Exército Brasileiro em missão de paz no Haiti**.

2019. 218 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Psicologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.

VIGNOLA, R.C.B. **Escala de Depressão, Ansiedade e Estresse (Dass): adaptação e validação para o português do Brasil.** 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de PósGraduação Interdisciplinar em Ciências da Saúde, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2013.

WILLIAMS, A. *et al.* STARS: Strategies to assist navy recruits' success. **Military Medicine**, v. 172, n. 9, p. 942–949, 2007.

O impacto do estresse psicológico no desempenho operacional dos militares das Forças Armadas – uma revisão sistemática

Joana Paula Gentil dos Santos - CC(S), PNCG/RJ

Dra. Daniele Bittencourt Ferreira - 1º Ten QOCON FIS, HCA/RJ

Palavras-chaves: Estresse psicológico; Esgotamento profissional; Análise e desempenho de tarefas; Desempenho profissional; Militares.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o conceito de saúde compreende o “estado de um completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade” (WHO, 2001). Como determinantes deste estado, além dos fatores relacionados ao indivíduo, os fatores ambientais e sociais também contribuem para a saúde. Dessa forma, as relações do indivíduo com a família e sociedade; e as condições educacionais, habitacionais e laborais influenciam na sua capacidade de enfrentamento dos fatores estressores e na sua maneira de contribuir produtivamente para a sociedade.

O desequilíbrio entre os fatores internos e/ou externos acima relacionados pode resultar em um comprometimento da saúde mental dos indivíduos. Em sua metanálise, Steel *et al.* (2014) estimaram que aproximadamente 30% da população mundial adulta atenda aos critérios diagnósticos para transtorno mental. Uma parcela importante dessas disfunções em adultos é originária da sua relação com a atividade laboral. Os dados do estudo das cargas globais de doenças do *Burden of Disease in Brazil* (GBD, 2016), apontam que os distúrbios relacionados à depressão e ansiedade correspondem, respectivamente, à quinta e sexta causas de incapacidade laboral no Brasil.

Desde a introdução dos critérios diagnósticos dos transtornos mentais relacionados ao trabalho na década de 1970, o contexto biopsicossocial das relações entre o indivíduo e seu ambiente ocupacional tornou-se objeto de estudos em virtude de suas implicações no setor saúde, constituindo ônus significativo para os serviços públicos, tanto em países desenvolvidos, como em desenvolvimento (LOPES, 2020). No Brasil, os transtornos mentais constam na Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho do Ministério da Saúde, sendo considerados problemas graves na esfera da saúde do trabalhador.

Dessa forma, de acordo com Lima *et al.* (2013), o ambiente de trabalho pode ser entendido tanto como o local de realização profissional quanto de insatisfação, sendo que, nesta condição, a exaustão gerada no indivíduo influencia a qualidade da atividade por ele realizada.

Entretanto, para compreender melhor essa relação entre transtornos mentais desencadeados pelo estresse e seu impacto no desempenho das atividades laborais, é preciso compreender como esse processo se inicia.

O conceito de estresse foi apresentado inicialmente por Cannon (1935) ao observar o comportamento de animais submetidos às condições adversas ou ameaças que provocavam um distúrbio da homeostase. As manifestações fisiológicas resultantes deste enfrentamento foram consideradas favoráveis à sobrevivência do animal por estimular a resposta de luta ou fuga como necessárias para o restabelecimento da homeostasia.

Em 1936, Selye introduziu o conceito de estresse na área da saúde ao observar que pacientes com diversas doenças apresentavam sintomatologia comum, resultante do desgaste geral do organismo. Esse conceito de estresse foi ampliado por este mesmo autor (SELYE, 1946) ao considerá-lo como uma reação adaptativa geral do corpo à estímulos ou agentes estressores (Síndrome Geral da Adaptação), resultante de um modelo trifásico, considerando as manifestações clínicas apresentadas pelo indivíduo. As respostas fisiológicas e psicológicas agudas aos fatores estressores constituem a primeira fase (fase de alarme); quando essas manifestações não mais subsistem, instala-se a seguir a fase de resistência; seguida pela terceira etapa desse processo (fase da exaustão), quando as manifestações anteriores ressurgem podendo desencadear um “colapso” do sistema.

Se por um lado, Cannon (1935) considerava o estresse uma resposta positiva do organismo, Selye (1946) afirmava que se a resposta se mantiver por um período prolongado, pode causar danos a esse organismo.

Os estudos de Selye (1959) nos anos seguintes consideraram o estresse como um fenômeno não-específico ao identificar que o organismo responde do mesmo modo à uma grande variedade de estímulos e agentes estressores. A partir dessa evolução conceitual, o autor concluiu que o estresse se apresenta como uma resposta do organismo a uma combinação de componentes biológicos, psicológicos e sociais a que o indivíduo está submetido (SELYE, 1979).

Esse modelo clássico trifásico da Síndrome Geral de Adaptação se manteve aceito pelos estudiosos do estresse nas décadas seguintes ao validá-lo como uma resposta do organismo à uma situação que exige esforços de adaptação para o enfrentamento (LIMONGI-FRANÇA; RODRIGUES, 2012).

No decorrer do tempo, os estudos sobre a gênese do estresse foram ampliados, e, nesse sentido, Rodrigues (1997) considerou que os estímulos estressores podem ser intrínsecos (relacionados à estrutura mental ou emocional do indivíduo) e/ou extrínsecos (relacionados à condição física ou social do indivíduo). Independente da fonte, a doença desencadeada no indivíduo terá relação direta e proporcional à sua vulnerabilidade orgânica e sua forma de avaliar e enfrentar o estímulo estressor.

A evolução do contexto do estresse por décadas permitiu ampliar sua dimensão biopsicossocial de maneira que, segundo Breilh (2006), não se pode mais desvincular o processo saúde-doença da condição social na qual o indivíduo sob estresse está inserido. Nessa lógica, Viapiana *et al.* (2018) reiteraram que o sofrimento psíquico é resultante dos processos das relações sociais, históricas, culturais e biológicas do indivíduo e enfatizaram que elementos do processo de trabalho interagem de forma dinâmica com o trabalhador gerando desgaste, que é evidenciado pela perda da potência física e psíquica do indivíduo.

Este processo relacional entre estresse e trabalho se tornou objeto de estudo específico desde a década de 1970, quando foi introduzido o conceito da Síndrome de Burnout, caracterizada por um conjunto de sintomas biológicos, psicológicos e sociais inespecíficos decorrentes da atividade laboral do indivíduo. Estes sintomas são resultantes de uma demanda excessiva de energia provocada por uma desarmonia entre o esforço de um trabalho realizado e um resultado obtido que não atende às expectativas do trabalhador (FREUDENBERGER, 1974).

Esse fenômeno crônico de "Esgotamento Profissional" que impacta diretamente a capacidade laboral do indivíduo foi caracterizado pela tríade sintomática clássica de exaustão emocional (quando o indivíduo perde os recursos emocionais necessários para lidar com o trabalho); despersonalização (quando possui atitudes negativas agindo de forma insensível e cínica com o cliente); e falta realização pessoal (quando possui sentimentos de baixa auto-estima profissional) (MASLACH; JACKSON, 1981), com significativas implicações ocupacionais e sociais (VIEIRA, 2010).

Dentre as manifestações observadas para o adoecimento psíquico, as mais comuns para Seligmann-Silva (2011) são a fadiga (inicialmente sentida como cansaço, irritabilidade e falta de controle e ânimo, que evolui para a fadiga patológica e esgotamento - Síndrome de Burnout); distúrbios do sono (que acentua a fadiga e desencadeia quadros psicopatológicos); crises psicóticas, epiléticas ou de agitação psicomotora (que resultam do aumento exacerbado do ritmo e da jornada de trabalho com horas extras, ausência de folgas, dobras de turno e extensão do trabalho para o domicílio); e ocorrência de acidentes de trabalho decorrentes do desgaste da atenção, memória, raciocínio e da capacidade de tomadas de decisão rápidas e sob pressão.

As principais implicações negativas da síndrome para a organização de trabalho têm sido associadas por Segura (2014) às aposentadorias precoces, absenteísmo e rotatividade de trabalhadores.

A literatura apresenta diversas categorias profissionais predisponentes para a Síndrome de Burnout em virtude da exposição a fatores estressores intensos e prolongados, a exemplo das profissões das áreas da saúde, educação, esporte, bolsa de valores, empresários, policiais e controladores de voo (MOREIRA *et al.*, 2009). Segundo o Ministério da Saúde, a maior prevalência está entre os profissionais de saúde (médicos, enfermeiros, assistentes sociais, dentistas e fisioterapeutas) e profissionais cuja atividade exige elevada carga emocional e contato diário com o público, como professores, policiais e bombeiros (BRASIL, 2019).

Em muitas situações é difícil estabelecer uma relação causal bem definida entre trabalho e adoecimento, pois o sofrimento psíquico possui um caráter intangível e de menor visibilidade da doença quando comparado aos agravos orgânicos (CAPONI, 2009). No entanto, autores como Wiegner *et al.* (2015) conseguiram identificar em seu estudo a associação entre altas demandas mentais, cargas de trabalho crescentes e injustiça psicológica como importantes fatores desencadeantes do estresse relacionado ao trabalho.

Essa relação entre adoecimento físico/ mental e atividades laborais também foi explorada por Salvagioni e colaboradores (2017). Os resultados obtidos evidenciaram que doenças cardiovasculares, dor musculoesquelética, sintomas depressivos, tratamento psicotrópico e

antidepressivo, insatisfação no trabalho e absenteísmo são efeitos bem consistentes do Burnout. As consequências físicas, psicológicas e ocupacionais do esgotamento profissional corroboram que as condições adversas de trabalho podem resultar em desgaste crônico, caracterizado por exaustão, atitudes negativas, falta de comprometimento e insatisfação com o desempenho na atividade laboral. O impacto dessa situação também pode ser observado no ambiente familiar do trabalhador.

Ao analisar a Síndrome de Burnout e o ambiente de trabalho, Shaufeli *et al.* (2009) identificaram que trabalhadores com níveis mais elevados e mais baixos da doença apresentam, em média, afastamentos de 13,6 dias e 5,4 dias por ano, respectivamente. Posteriormente, Roelen e colaboradores (2015) consideraram Burnout como um preditor de afastamentos por doença prolongada (≥ 42 dias seguidos), problemas mentais ou comportamentais (≥ 3 dias) e distúrbios músculo-esqueléticos (≥ 3 dias). Para estes autores, as doenças circulatórias e respiratórias também se apresentam como fator de risco significativo para absenteísmo.

Apesar da questão do absenteísmo se destacar como consequência do Burnout, Demerouti (2009) discutiu em seu estudo o conceito de o presenteísmo (estar presente no trabalho, mas com perda de produtividade por estar doente). De maneira cíclica, o esgotamento gera problemas de saúde que impedem o desempenho desejável do trabalhador, que por sua vez, elevam os níveis de exaustão emocional e esgotamento. De forma análoga, o trabalhador que possui estado de saúde debilitado e capacidade funcional reduzida contribuem para o absenteísmo, com efeitos sociais e econômicos significativos.

Borritz (2010) enfatiza que a perda do emprego ou a exclusão permanente do mercado de trabalho são resultantes de um processo de declínio social gerado tanto pelo absenteísmo como o presenteísmo em trabalhadores com problemas de saúde. Para a organização, as consequências envolvem perda da mão de obra e produtividade, despesas adicionais para contratação de trabalhadores substitutos e risco futuro de pensões por invalidez.

Segundo Obrenovic *et al.* (2020), para que a organização atinja as metas desejadas e produza os resultados esperados, os funcionários precisam estar psicologicamente aptos, o que implica foco mental direcionado às tarefas de trabalho. A instabilidade e falta de bem-estar transferem o foco da tarefa de trabalho para a questão pessoal, resultando em menor produtividade e qualidade do trabalho.

Nos estudos sobre a relação do estresse e seu impacto no desempenho ocupacional, Lerner *et al.* (2010) apresentaram evidências de que o trabalho de elevada exigência psicológica envolve uma pesada carga de trabalho, intensa concentração e exposição a demandas conflitantes. Os autores ainda apontam que uma carga de trabalho exigente pode contribuir para perdas funcionais e de produtividade em razão da dificuldade dos trabalhadores deprimidos se ajustarem ao ritmo do trabalho pelo baixo nível de energia que possuem, comparecerem às consultas médicas e modificar tarefas.

Para compreender os processos geradores de adoecimento psíquico nos diversos espaços de trabalho e suas respectivas implicações no desempenho profissional, foram realizados estudos para avaliar o sofrimento psicológico em diferentes classes profissionais.

Nos trabalhadores da área da Saúde, por exemplo, Vidotti *et al.* (2019) analisaram que os fatores estressores na especialidade da Enfermagem são resultantes do intenso convívio com o sofrimento e morte, da excessiva demanda do paciente, dos turnos exaustivos de trabalho, dos conflitos nas relações interpessoais, do baixo reconhecimento e desvalorização profissional. Woodhead *et al.* (2014) e Carrillo-Garcia *et al.* (2014) apontaram que posturas físicas desconfortáveis impostas pelo trabalho e esforço físico associados às horas insuficientes de sono e deficit de recursos humanos e materiais podem levar à exaustão do profissional. Em relação a classe médica, Burnout pode levar a grandes erros e aumento do ensejo pela aposentadoria (IMO, 2017), abuso de álcool e drogas, aumento do absenteísmo, alteração da carga horária de trabalho e alta rotatividade (RENZI *et al.*, 2012); e em situação extrema, o suicídio (PROBST *et al.*, 2012).

Em outras áreas profissionais, Valle e Melchiori (2010) consideraram bombeiros, juízes, motorista de ônibus urbano e professores como profissões estressoras devido a situações laborais adversas. Garçonetes, garçons e alguns montadores também foram citados por Lerner *et al.* (2010) como trabalhos de alta exigência. Os estudos de Wu *et al.* (2019) identificaram na profissão dos gerentes de projetos de construção um nível significativo de esgotamento devido prazos exigentes e problemas durante o curso do projeto.

A categoria profissional Docente foi estudada por Tostes *et al.* (2018), e apontada, ainda em 1984, pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) como a segunda a apresentar maiores índices de doença ocupacional. Nos estudos dos autores, a incidência crescente de sofrimento mental em professores de diversos países desperta a atenção para esta classe de servidores públicos que mais abandonam a carreira, principalmente devido a desordens psiquiátricas e psicossomáticas.

Considerando ainda profissões de elevado nível de estresse, os policiais militares tem sido objeto de estudo por diversos autores. Lipp *et al.* (2017) identificaram que alguns fatores ambientais influenciam no desenvolvimento do estresse ocupacional, tais como: a precariedade nas condições de trabalho em razão de inadequados e obsoletos equipamentos, baixos repasses financeiros para a compra de instrumentos novos, pouco investimento em capacitação profissionalizante, problemas organizacionais, incerteza e insegurança devido risco de morte elevado, conflitos de cargos, baixa perspectiva de aumento de remuneração e de promoção, excesso de trabalho e pressões do cargo, conflitos entre colegas e falta de comunicação. O estilo de vida social dos policiais militares também é comprometido segundo relatos de Ferreira *et al.* (2002) que analisam o alcoolismo como mecanismo de fuga para as insatisfações e esgotamento na atividade profissional.

Giessing *et al.* (2019) apontam que os policiais são obrigados a atuar sob circunstâncias de alta demanda psicofisiológica, nas quais o desempenho ideal das tarefas é crucial para a integridade física pessoal e da sociedade.

Menegali *et al.* (2010) e Guimarães *et al.* (2014) concordam que a profissão policial exige atenção e prontidão contínua para atuar na garantia da lei e da ordem e na manutenção da segurança pública em diversos ambientes de periculosidade, o que favorece o desenvolvimento do estresse psicológico e outras doenças relacionadas ao trabalho. A hierarquia rígida e

exigências administrativas e organizacionais também foram apontadas como fatores impactantes na saúde e o estilo de vida do militar.

Na área da aviação, os pilotos de aeronaves compõem um grupo de profissionais que também atuam sob significativo nível de estresse, e conforme Feijó *et al.* (2014). Fatores estressores inerentes à pilotagem (risco de acidentes, turbulências e condições climáticas) e regime de trabalho (ciclos irregulares de atividade e repouso, afastamento da família por períodos prolongados e carga horária elevada) exigem do profissional um rigoroso controle de processos em diferentes níveis de operações e tarefas interligadas.

Dentre os estudos acima apontados e diversos outros disponíveis na literatura sobre a relação de estresse e trabalho, a categoria profissional militar possui peculiaridades que a distingue das demais classes. Segundo Herkenhoff (2008), os militares se diferem dos outros indivíduos da sociedade civil por desenvolverem atividades específicas como usar armas, uniformes, conviver em quartéis, regime de internato, sofrer restrições na sua liberdade individual e realizar um juramento perante a instituição em defesa da pátria, mesmo com o sacrifício de suas próprias vidas. Entender tais particularidades da atividade militar permite a compreensão da gênese do processo saúde-doença procedente do seu ambiente de trabalho e, conseqüentemente, possibilita avaliar o grau de comprometimento e desempenho operacional dos profissionais sob estresse.

No contexto de operações militares e cursos operacionais, muitos agentes estressores encontram-se presentes de maneira mais intensa e diversificada (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2017; JENNINGS; MELVIN; BELEW, 2017), destacando-se a questão do risco de morrer ou de ter que matar outro ser humano (GROSSMAN, 2007; MARTINS; LOPES, 2012; JUNIOR; NEVES, 2020), que por si só já é importante fonte de estresse. A exposição aos cenários violentos de guerra pode ocasionar uma série de impactos psicológicos (AYER *et al.*, 2017), podendo gerar alguns transtornos (KRUIJFF *et al.*, 2019), além de exaustão e perda de produtividade (MARTINS; LOPES, 2012).

Entendendo que a aptidão física é uma das qualidades importantes no desempenho das atividades das Forças Armadas, Martins e Lopes (2013) correlacionam o estresse no trabalho e sofrimento psicológico com os níveis de atividade física, e concluem que um ambiente laboral desfavorável está associado a maior prevalência de transtornos mentais. Ambos podem afetar a prática de atividade física com diminuição ou inatividade devido a sintomas psicológicos e físicos da doença (como por exemplo isolamento social, fadiga, baixa motivação e capacidade reduzida de exercício). Nesse contexto, o estresse no trabalho e o sofrimento psicológico estão associados negativamente ao esporte com repercussão direta na aptidão física, requisito exigido dos militares.

Adicionalmente, Wright e Cropanzano (2004) afirmam que trabalhadores com níveis elevados de bem-estar são mais resilientes, otimistas, tomadores de decisão e possuidores de desempenho em categorias mais altas, atributos necessários no desenvolvimento e ascensão da carreira militar.

Dessa forma, reconhecer os agentes estressores ocupacionais e oferecer um ambiente de trabalho que acrescenta experiências emocionais e positivas aos trabalhadores podem

influenciar a equipe e toda a organização como uma “espiral ascendente” (OBRENOVIC *et al.*, 2020). Esta premissa é importante sobretudo para o exercício da liderança militar, pois estrutura os processos de trabalho e impulsiona a tropa para consecução dos objetivos e cumprimento da missão institucional.

Considerando as peculiaridades do ambiente e da cultura organizacional militar, a exposição crônica a fatores estressores, a necessidade adaptativa prolongada, e as barreiras para contextualização do problema nessa categoria profissional, pretende-se analisar o impacto do estresse psicológico no desempenho operacional dos militares, a fim de ampliar a compreensão dos fatores estressores que podem influenciar na manutenção da higidez psicofísica do militar e no cumprimento da missão constitucional a que se destinam as Forças Armadas.

OBJETIVO DA PESQUISA

Constitui objetivo geral da pesquisa analisar o impacto do estresse psicológico no desempenho operacional dos militares das Forças Armadas.

Por objetivos específicos, espera-se:

- Identificar os fatores estressores psicológicos no desenvolvimento da atividade militar;
- Avaliar as repercussões físicas e mentais do estresse psicológico nos militares;
- Detectar como o estresse psicológico afeta o desempenho operacional dos militares; e
- Gerar informações que auxiliem os gestores das Organizações Militares na elaboração de estratégias para manutenção da higidez psíquica e capacidade operacional dos militares.

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

O crescente conhecimento sobre o estresse psicológico no local de trabalho nos últimos anos aprofunda a necessidade de compreender o papel do fator estresse no desempenho ocupacional. O avanço de transtornos mentais relacionados ao trabalho evidencia a importância em considerar as significativas repercussões no desempenho de atividades. Embora as pesquisas na área do comportamento organizacional no Brasil sejam vastas, a preocupação com o aspecto psicossocial da conduta no trabalho, sobretudo no âmbito militar, caracteriza um fato relativamente recente, principalmente nas Forças Armadas.

A atividade militar possui peculiaridades de exposição a eventos que podem resultar em sofrimento psíquico, pois envolvem elevadas demandas psicológicas e adaptativas; contínuos processos de rápida tomada de decisão; estágio de alerta; cumprimento rigoroso de ordens; disponibilidade integral para o serviço, relações rígidas de hierarquia e disciplina; regime de aquartelamento e distanciamento social/familiar em situações de treinamentos, operações, destaques ou movimentações; manutenção da aptidão física; compromisso com a defesa da Pátria e garantia da lei e da ordem sob o juramento de sacrifício da própria vida.

Portanto, diante das especificidades das Forças Armadas, torna-se relevante ampliar a investigação das fontes e magnitudes do estresse relacionados às atividades militares, no

sentido de melhor compreender a gênese do sofrimento psicológico, e assim contribuir para mudanças significativas na saúde física/mental e conseqüentemente no seu desempenho. A identificação prévia dessa condição de saúde permite intervenções precoces e estratégias preventivas para que os militares desenvolvam suas atividades com excelência, otimizando seu desempenho operacional.

CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA

O delineamento da pesquisa de revisão sistemática será realizado nas seguintes fases: elaboração da pergunta de pesquisa; busca na literatura; seleção dos artigos; extração dos dados; síntese dos resultados; avaliação da qualidade metodológica; avaliação da qualidade das evidências; redação e publicação da produção técnica.

A questão que irá nortear o estudo é: “o estresse psicológico impacta o desempenho operacional do militar?”. A pergunta segue os critérios exigidos de factibilidade, interesse, novidade, ética e relevância; e caracteriza a população (militar), exposição (estresse psicológico) e desfecho (desempenho operacional). Os componentes da pergunta serão transformados em vocabulários estruturados (descritores) que serão utilizados como termos de busca.

A busca por artigos na literatura será realizada por meio da equação de busca composta pelos descritores e seus sinônimos no “*Medical Subject Head Medical Subject Headings*” (MESH) e Operadores Booleanos OR e AND. Os descritores para seleção dos respectivos sinônimos são: “Stress, Psychological”, “Burnout, Professional”, “Task Performance and Analysis”, “Work Performance” e “Military Personnel”. As estratégias de busca serão testadas nas bases de dados e, havendo viabilidade para realização do estudo secundário a partir dos estudos primários disponíveis na literatura, o registro da pesquisa será realizado no banco de dados internacional de revisões sistemáticas PROSPERO, a fim de garantir a transparência no processo metodológico e comparação dos resultados alcançados com os esperados.

A seleção primária dos artigos será realizada a partir da leitura do título e do resumo, seguindo os critérios de elegibilidade: serão inclusos artigos nos idiomas português, inglês e espanhol; que respondam à pergunta da pesquisa; sem restrição do ano de publicação; e com textos completos disponíveis nas bases de dados Web of Science (WOS/ISI), Cochrane Library; Medical Literature Analysis and Retrieval Online (MEDLINE/PuBMed), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS); Periódicos Eletrônicos em Psicologia (PEPSIC); Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciElo); e outras fontes.

Artigos repetidos em mais de um banco de dados serão contabilizados apenas uma vez, sendo mantidos na base de maior número de artigos. Serão excluídas publicações indisponíveis na íntegra, e que não responderem à pergunta da investigação. Os artigos incluídos serão lidos na íntegra para ratificação da inclusão e prosseguimento à extração dos dados.

As fases de busca, seleção e extração das informações serão realizadas de forma pareada e independente (por dois pesquisadores) para assegurar que a pesquisa na literatura foi realizada de forma abrangente, e os dados foram coletados de forma fidedigna, evitando assim viés de publicação e seleção. Os níveis de concordância entre os dois avaliadores dos

artigos serão analisados através do coeficiente Kappa, que possibilita avaliar o consenso quanto a elegibilidade dos artigos.

A extração dos dados dos artigos resultantes da seleção será registrada por meio de fichamento específico das seguintes informações: Título; Autores/revista/ano; Introdução; Objetivo do estudo; Materiais e métodos; Resultados, Discussão e Conclusão.

Para a sumarização dos resultados, os dados serão agrupados em tabelas de acordo com a semelhança dos desenhos dos estudos, e a análise da qualidade metodológica será feita através de instrumentos específicos para se evitar viés de aferição: Newcastle Ottawa-Scale (para estudos de coorte e caso-controle), Joanna Briggs critical appraisal tools (para estudos transversais) e Cochrane risk of bias (Rob) tool (para ensaios clínicos randomizados).

Os estudos também serão analisados e classificados quanto à qualidade da evidência gerada através do método *Grading Recommendation Assessment Development and Evolution* (GRADE) para diminuição do risco de viés de confusão, avaliação do nível de confiança e da força de recomendação dos estudos.

A redação seguirá as diretrizes do guia de redação *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) para estudos de Revisão Sistemática e Meta-análise.

RESULTADOS ESPERADOS

A qualidade das evidências geradas a partir da metodologia da pesquisa implicará em subsídios confiáveis para identificação dos fatores estressantes no desenvolvimento da atividade militar, avaliação das repercussões físicas e mentais resultantes do estresse psicológico nos militares, e detecção de como o desempenho operacional é afetado em situação de estresse.

A correlação entre tais fatores subsidiará a elaboração de estratégias e políticas de gestão relacionadas ao controle do estresse a fim de manter a capacidade operativa e o desempenho da atividade militar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYER, L. *et al.* Psychological aspects of the Israeli – palestinian conflict: a systematic review. **Trauma, Violence, & Abuse**, v. 18, n. 3, p. 322-338, 2017.

BORRITZ, M. *et al.* Impact of burnout and psychosocial work characteristics on future long-term sickness absence. Prospective results of the Danish PUMA Study among human service workers. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 52, n. 10, p. 964–970, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Saúde Brasil 2018 uma análise de situação de saúde e das doenças e agravos crônicos: desafios e perspectivas** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2019. 424

- p. Disponível em: <
https://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/sau.de_brasil_2018_analise_situacao_sau.de_doen cas_agrivos_cronicos_desafios_perspectivas.pdf>. Acesso em: 4 out. 2020.
- BREILH, J. **Epidemiologia crítica: ciência emancipadora e interculturalidade**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2006.
- CANNON, W. B. Stress and strains os homeostasis. **American Journal of Medical Science**, v. 189, n. 1, p. 1-14, 1935.
- CAPONI, S. Uma análise epistemológica do diagnóstico de depressão. **Caderno Brasileiro de Saúde Mental**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2009.
- CARRILLO-GARCIA, C. *et al.* Factors of work-related stress in hospital nursing bureau according to the demand-control-support model. **Enfermeria Global**, v. 17, n. 50, p. 304-314, 2014.
- DEMEROUTI, E. *et al.* Present but sick: a three-wave study on job demands, presenteeism and burnout. **Career Development International**, v. 14, n. 1, p. 50–68, 2009.
- EXÉRCITO BRASILEIRO. **Boletim do Exército nº 16**. Brasília, DF: Comando de Operações Terrestres, 2017.
- FEIJO, D.; CAMARA, V. M.; LUIZ, R. R. Aspectos psicossociais do trabalho e transtornos mentais comuns em pilotos civis. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 11, p. 2433-2442, 2014.
- FERREIRA, F. L. *et al.* Alcoolismo na polícia militar do Estado do Amazonas. **Relatório**. Amazonas: UFAM, 2002. 05p. Disponível em: <
http://www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu_anais/anais/sau.de/alcoolismo.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2020.
- FREUDENBERGER, H. Staff Burnout. **Journal of Social Issues**, v. 30, n. 1, p. 159-65, 1974.
- GBD 2016 Brazil Collaborators. Burden of disease in Brazil, 1990-2016: a systematic subnational analysis for the global burden of disease study 2016. **Lancet**, v. 392, n. 10149, p. 760-775, 2018.
- GIESSING, L. *et al.* Effects of Coping-Related Traits and Psychophysiological Stress Responses on Police Recruits' Shooting Behavior in Reality-Based Scenarios. **Frontiers in Psychology**, v. 10, art 1523, 2019.
- GROSSMAN, D. **Matar: Um estudo sobre o ato de matar e o preço cobrado do combatente e da sociedade**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2007.
- GUIMARÃES, L. A. M. *et al.* Síndrome de Burnout e qualidade de vida de policiais militares e civis. **Revista Sul Americana de Psicologia**, v. 2, n. 1, p. 98-122, 2014.
- HERKENHOFF, A. T. **Práticas e representações sociais do trabalho em equipe na Marinha do Brasil**. 2008. 191 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Psicologia Social, Instituto de Psicologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- IMO, U. O. Burnout and psychiatric morbidity among doctors in the UK: a systematic literature review of prevalence and associated factors. **BJPsych Bulletin**, v. 41, n. 4, p. 197-204, 2017.

JENNINGS, B.M.; MELVIN, K.C.; BELEW, D.L. Understanding deployment from the perspective of those who have served. **Nursing Outlook**, v. 65, n. 4, p. 455–463, 2017.

JUNIOR, L. P. O.; NEVES, A. N. A promoção da resiliência em militares envolvidos em missões de paz. **Military Review**, p. 81-88, 2019. Disponível em: < <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Portuguese/Peracche-A-Promocao-da-Resiliencia-em-Militares-Envolvidos-em-Missoes-de-Paz-POR-Q2-2019.pdf> >. Acesso em: 10 fev 2021,

KRUIJFF, L.G.M. *et al.* Coping strategies of dutch servicemembers after deployment. **Military Medical Research**, v. 6, n. 1, p. 17, 2019.

LERNER, D. *et al.* Work performance of employees with depression: the impact of work stressors. **American Journal Health Promotion**, v. 24, n. 3, p. 205-213, 2010.

LIMA, R.A.S *et al.* Vulnerabilidade ao burnout entre médicos de hospital público do Recife. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 4, p. 1051-1058, 2013.

LIMONGI-FRANÇA, A. C.; RODRIGUES, A. L. **Stress e trabalho: Uma abordagem psicossomática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

LIPP, M. N.; COSTA, K. R. S. N.; NUNES, V. O. Estresse, qualidade de vida e estressores ocupacionais de policiais: sintomas mais frequentes. **Revista Psicologia Organização e Trabalho**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 46-53, 2017.

LOPES, C. S. Como está a saúde mental dos brasileiros? A importância das coortes de nascimento para melhor compreensão do problema. **Caderno de Saúde Pública**, v. 36, n. 2, e00005020, 2020.

MARTINS, L. C.; LOPES, C. S. Military hierarchy, job stress and mental health in peacetime. **Occupational Medicine**, v. 62, n. 3, p. 182–187, 2012.

MARTINS, L. C; LOPES, C. S. Rank, job stress, psychological distress and physical activity among military personnel. **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 716, 2013.

MASLACH, C.; JACKSON, S. E. The measurement of experienced burnout. **Journal of Occupational Behaviour**, v. 2, n. 2, p. 99-113, 1981.

MENEGALLI, T. T. *et al.* Avaliação da síndrome de burnout em policiais civis do município de Tubarão (SC). **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 8, n. 2, p. 77-81, 2010.

MOREIRA, D. S. M. *et al.* Prevalência da síndrome de burnout em trabalhadores de enfermagem de um hospital de grande porte da região sul do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 25, n. 7, p. 1559-68, 2009.

OBRENOVIC, B. *et al.* Work-family conflict impact on psychological safety and psychological well-being: a job performance model. **Front Psychol**, v. 31, n. 11, p. 475, 2020.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **A condição dos professores: recomendação Internacional de 1966, um instrumento para a melhoria da condição dos professores**. Genebra: OIT/ Unesco, 1984.

- PROBST, H. *et al.* Burnout in therapy radiographers in the UK. **British Journal Radiology**, v. 85, n. 1017, p. e760-e765, 2012.
- RENZI, C.; DI PIETRO, C.; TABOLI, S. Psychiatric morbidity and emocional exhaustion among hospital physicians and nurses: association with perceived job-related factors. **Archives of Environmental Occupational Health**, v. 67, n. 2, p. 117-123, 2012.
- RODRIGUES, A. Stress, trabalho e doenças de adaptação. In: FRANCO, A. C. L. & RODRIGUES, A. L. **Stress e trabalho: guia prático com abordagem psicossomática**. São Paulo: Atlas, 1997. cap. 2.
- ROELEN, C. A. *et al.* Can the Maslach Burnout Inventory and Utrecht Work Engagement Scale be used to screen for risk of long-term sickness absence? **Archives of Occupational Environmental Health**, v. 88, n. 4, p. 467–75, 2015.
- SALVAGIONI, D. A. J. *et al.* Physical, psychological and occupational consequences of job burnout: A systematic review of prospective studies. **PLoS One**, v. 12, n. 10, e0185781, 2017.
- SCHAUFELI, W.B., BAKKER, A.B., VAN RHENEN, W. How changes in job demands and resources predict burn- out, work engagement, and sickness absenteeism. **Journal of Organizational Behavior**, v. 30, n. 7, p. 893–917, 2009.
- SEGURA, O. Burnout: concepts and implications affecting public health. **Biomedica**, v. 34, n. 4, p. 535-545, 2014.
- SELIGMANN-SILVA, E. **Trabalho e desgaste mental: o direito de ser dono de si mesmo**. São Paulo: Cortez; 2011.
- SELYE, H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. **Nature**, v. 138, n. 36, 1936.
- SELYE, H. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 6, n. 2, p. 117-231, 1946.
- SELYE, H. **Stress: a tensão da vida**. São Paulo: IBRASA, 1959.
- SELYE, H. Psychosocial implications of the stress concept. In: Manschreck T. (Ed.) **Psychiatric medicine update: Massachusetts General Hospital reviews for physicians**. New York: Elsevier; 1979. p. 33-52.
- STEEL, Z. *et al.* The global prevalence of common mental disorders: a systematic review and meta-analysis 1980-2013. **International Journal of Epidemiology**, v. 43, n. 2, p. 476-493, 2014.
- TOSTES, M. V. *et al.* Sofrimento mental de professores do ensino público. **Saúde em Debate**. v. 42, n. 116, p. 87-99, 2018.
- VALLE, T. G. M.; MELCHIORI, L. E. (Orgs). **Saúde e desenvolvimento humano**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.
- VIAPIANA, V.N.; GOMES, R.M.; ALBUQUERQUE, G.S.C. Adoecimento psíquico na sociedade contemporânea: notas conceituais da teoria da determinação social do processo saúde-doença. **Saúde em Debate**, v. 42, n. e4, p. 175-186, 2018.
- VIDOTTI, V. *et al.* Síndrome de burnout, estrés laboral y calidad de vida en trabajadores de enfermería. **Enfermeria Global**, Murcia, v. 18, n. 55, p. 344-376, 2019.

VIEIRA I. Conceito(s) de *burnout*: questões atuais da pesquisa e a contribuição da clínica. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 35, n. 122, p. 269-276, 2010.

WHO. **Prevention and promotion in mental health**. Geneva: WHO, 2001. Disponível em: < https://www.who.int/mental_health/media/en/545.pdf >. Acesso em: 02 mar 2020.

WIEGNER, L. *et al.* Prevalence of perceived stress and associations to symptoms of exhaustion, depression and anxiety in a working age population seeking primary care - an observational study. **BMC Family Practice**, v. 16, n. 1, p. 38-45, 2015.

WOODHEAD, E. L., NORTHROP, L., EDELSTEIN, B. Stress, social support, and burnout among long-term care nursing staff. **Journal of Applied Gerontology**, v. 35, n. 1, p. 84-105, 2014.

WRIGHT, T.A.; CROPANZANO, R. The role of psychological well-being in job performance: a fresh look at an age-old quest. **Organizational Dynamics**, v. 33, n. 4, p. 338–351, 2004.

WU, G.; HU, Z.; ZHENG, J. Role stress, job burnout, and job performance in construction project managers: the moderating role of career calling. **International Journal Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 13, p. 2394, 2019

Construção e validação de questionário sobre barreiras à prática regular de exercícios físicos pelos militares da Força Aérea Brasileira

Shayne Souza Mattos - Cap Int, UNIFA/RJ

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim - UNIFA/RJ

Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ

Palavras-chaves: Barreiras; Exercícios físicos; Construção de questionário; Validação de questionário; Militares

CONTEXTUALIZAÇÃO

As Forças Armadas do Brasil, constituídas pela Marinha do Brasil, pelo Exército Brasileiro e pela Força Aérea Brasileira, têm como missões precípuas a defesa da Pátria e a garantia da lei e da ordem interna, desde que convocadas por um dos poderes constitucionais, conforme previsto na Constituição da República Federativa do Brasil, em seu artigo 142 (BRASIL, 1988). Maiores especificações das estruturas organizacionais e missões específicas de cada uma das Forças estão detalhadas no Livro Branco de Defesa Nacional (BRASIL, 2020), a partir das quais pode-se inferir que, para assegurar o pleno êxito no cumprimento das missões e atribuições específicas e conjuntas é necessário que todos os militares possuam não apenas um adequado preparo acadêmico, mas também atributos físicos, intelectuais e emocionais condizentes com as funções ímpares da profissão, que envolvem elevado grau de imprevisibilidade e perigosidade (FREIRE, 2018).

Considerando o foco de interesse deste trabalho acadêmico, cabe destacar que um dos deveres do militar é zelar pelo seu adequado preparo físico, conforme estabelecido no artigo 28 do Estatuto dos Militares (BRASIL, 1980). Tal fato deve-se à peculiaridade dessa profissão, a qual pressupõe o emprego operacional do poder militar, envolvendo missões repletas de atividades extenuantes de natureza biodinâmica, que exigem níveis adequados de aptidão e desempenho físico para o seu cumprimento e pleno êxito (HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY, 1998). Portanto, cada uma das Forças possui suas próprias normas e instruções sobre o treinamento físico militar (MARINHA DO BRASIL, 2009; EXÉRCITO BRASILEIRO, 2015; FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2019).

No âmbito da Força Aérea Brasileira, a semelhança do que acontece nas demais Forças, as normas, os parâmetros e as orientações relativos ao treinamento físico militar são estabelecidos pela NSCA 54-1, que trata do “Sistema de Educação Física e Desportos da Aeronáutica”, a NSCA 54-3, que versa sobre o “Teste de Avaliação do Condicionamento Físico no Comando da Aeronáutica”, e a NSCA 54-4, que diz respeito à “Aplicação do Teste de Avaliação do Condicionamento Físico para Exames de Admissão e de Seleção do Comando da Aeronáutica”. Esse conjunto de documentos evidencia a importância que é dada à aptidão física, que já é requerida desde o processo de seleção de candidatos para ingresso na Força Aérea

Brasileira, e que deve ser mantida ao longo de toda a carreira militar. O Sistema de Educação Física e Desportos da Aeronáutica ressalta a finalidade de:

disseminar a execução das atividades físico-desportivas na Aeronáutica, por meio de uma correta avaliação dos seus integrantes, emissão de laudos de condicionamento personalizado, de instruções e métodos de treinamento adequados para todas as Organizações do Comando da Aeronáutica (NSCA 54-1, 2011. p. 7).

A referida norma ressalta ainda que, a despeito de toda a adequada e diversificada estrutura existente para a realização das atividades físico-esportivas nas Organizações Militares, é necessária uma coordenação sistêmica de todas as ações para apoiar e assegurar que os militares atinjam e se mantenham acima dos padrões mínimos estabelecidos de condicionamento físico, tanto na perspectiva da promoção da saúde, quanto da aptidão físico-profissional. Cabe aos Comandantes, Chefes e Diretores das diferentes Organizações Militares assegurarem a disponibilidade e adequação dos meios necessários para a plena consecução da finalidade e objetivos do Sistema de Educação Física e Desportos da Aeronáutica.

A NSCA 54-3 (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2019) estabelece que cabe individualmente a cada militar a responsabilidade de realizar seu programa de treinamento físico militar, tendo como meta a consecução dos seus objetivos individuais de condicionamento físico, conforme especificados no anexo C da referida norma. Para tal, cada Organização Militar deve estabelecer, no seu Quadro de Trabalho Semanal, os dias e horários reservados para que seu efetivo possa realizar regularmente seu programa de treinamento físico militar, na maioria dos casos, no horário do expediente, conforme indicado na NSCA 54-5 (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2020).

Cabe à Comissão de Desporto da Aeronáutica, Organização Militar coordenadora do Sistema de Educação Física e Desportos da Aeronáutica, o controle desse processo (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2011), para o qual é realizado, com periodicidade semestral, o Teste de Avaliação do Condicionamento Físico (TACF). Em que pese seu objetivo específico, este teste é o meio utilizado para verificar se o efetivo vem cumprindo com a responsabilidade de praticar regularmente o treinamento físico militar, aplicando os parâmetros técnicos nos níveis adequados para a consecução dos objetivos individuais de condicionamento físico.

O TACF é constituído por uma sequência de ações que visam aferir, num primeiro momento, a frequência cardíaca de repouso, a massa corporal, a estatura e a circunferência da cintura (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2019a). Após tais procedimentos, vem a aplicação da bateria de testes físicos, composta pelo teste de flexão de braços, pelo teste de abdominal e, por último, pelo teste de corrida de 12 (doze) minutos. Os índices que devem ser atingidos pelo indivíduo variam conforme a faixa etária e o sexo do militar. Tais testes exigem um desempenho mínimo do indivíduo e o conceito alcançado vale pontuação na avaliação anual do militar, a qual influencia diretamente na progressão da carreira (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2015; FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2020).

Para a Força Aérea Brasileira, assim como para as demais Forças, o treinamento físico militar pode acarretar em muitas outras vantagens além das relacionadas à melhoria do desempenho ocupacional e operacional dos militares. A literatura destaca evidências científicas que relaciona os efeitos positivos da prática adequada e sistematizada de exercícios físicos (com volume, intensidade e duração que provoquem a capacidade de adaptação do organismo) com

a prevenção de doenças (COELHO; BURINI, 2009; O'CONNOR *et al.*, 2012), com a promoção da saúde (ASHTON *et al.*, 2018), com o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos que a realizam habitualmente (PRIESKE *et al.*, 2019).

A relação positiva entre sujeitos fisicamente ativos e a preservação e potencialização das funções cognitivas também está reportada na literatura (PRAKASH *et al.*, 2015). Indivíduos que praticam atividades e exercícios físicos habitualmente, e nos níveis indicados por organizações científicas especializadas, a exemplo da World Health Organization e do American College of Sports Medicine, experimentam desempenhos muito mais efetivos das funções cognitivas, tais como as capacidades de memória, de atenção, de concentração, de percepção e das funções executivas (que envolve o raciocínio, a avaliação situacional, a tomada de decisão e a resolução de problemas), assim como tendem a reduzir o processo de declínio dessas capacidades com o envelhecimento (BASSO; SUZUKI, 2017; MANDOLESI *et al.*, 2018; ACSM, 2019).

Os efeitos da prática regular de exercícios físicos também podem trazer outros benefícios para a Força Aérea Brasileira, considerando o potencial de redução do absenteísmo ao trabalho (LOSINA *et al.*, 2017; BUENO; MALLÉN; VALLEJO, 2018) e da redução dos custos e investimentos com o sistema de saúde e gastos médicos (CARLSON *et al.*, 2016; VAGNONI *et al.*, 2018; KALBARCZYK; MACKIEWICZ-LYZIAK, 2019).

A literatura também veicula estudos que evidenciam a relação entre o adequado treinamento físico militar e seus efeitos positivos para a saúde e para o desempenho operacional em missões de emprego do poder militar (NINDL, 2015; TORNERO-AGUILERA; PELARIGO; CLEMENTE-SUÁREZ, 2019), o que justifica o empenho científico e técnico-profissional de especialistas de todas as Forças Armadas no sentido de assegurar a adesão dos militares ao referido treinamento (VICKERS; BARNARD, 2009; HADDOCK *et al.*, 2016).

No entanto, apesar de todos os fatores mencionados que corroboram a necessidade e a obrigatoriedade da adesão dos militares das Forças Armadas ao treinamento físico militar, particularmente dos que compõem o efetivo da Força Aérea Brasileira, observações empíricas permitem afirmar que um quantitativo importante não tem adesão a essa atividade.

A preocupação com este comportamento já foi alvo de um estudo observacional, de caráter exploratório, desenvolvido por Bomfim (2004), cujos objetivos versaram sobre as motivações e barreiras à prática de atividades físicas de 300 militares de 37 Organizações Militares da Força Aérea Brasileira. Entre as conclusões ficou evidenciada a falta de adesão e de influência da liderança do Comandante na tropa no que se refere ao treinamento físico-militar.

Entende-se por barreiras à prática de atividades e exercícios físicos os fatores que impedem ou dificultam a prática de atividade física (SEBASTIÃO, 2009). Além do mais, a percepção de barreiras ambientais, pessoais e sociais é inversamente associado ao nível de prática de atividades físicas. Tais barreiras, bem como seus respectivos impactos, dependem da população estudada (REICHERT *et al.*, 2007).

Trata-se, portanto, de um quadro preocupante considerando os riscos decorrentes de um estilo de vida sedentário ou insuficientemente ativo para a saúde humana. Entre os principais riscos associadas à inatividade física ou à sua prática insuficiente de atividades e exercícios destacam-se a prevalência de sobrepeso e da obesidade (POGRMILOVIC *et al.*, 2018),

responsável pelo acometimento de várias doenças crônicas degenerativas e de mortalidade precoce (BOOTH *et al.*, 2017).

Portanto, o estilo de vida sedentário ou a prática insuficiente de atividades e exercícios físicos por parte da população em geral e, principalmente, entre determinados grupos de profissionais, a exemplo de militares das Forças Armadas, é de relevante preocupação, a ponto de justificar a necessidade de investigações que possam detectar seus possíveis motivos pessoais, sociais e estruturais que indicam esse quadro. Resultados de pesquisas sobre esse tema são importantes para que possa subsidiar a proposição de ações e diferentes tipos de intervenções educativas, no sentido de tentar eliminar ou mitigar esse comportamento incompatível com as atribuições de um profissional militar.

Profissionais militares e civis das forças de defesa e de segurança precisam reunir todas as condições biopsicossociais necessárias e estar constantemente capacitados para a realização, com efetividade, das suas atribuições profissionais diárias, para o desempenho em eventuais missões operacionais que, em muitos casos, envolvem complexas e extenuantes tarefas de patrulhamento, combate, salvamento, resgate, entre outras atividades que demandam altos níveis de aptidão cardiorrespiratória e neuromuscular (CAVALCANTE NETO *et al.*, 2019). Além dessas aptidões específicas, a adequada condição geral de saúde também é uma premissa basilar. Portanto, no contexto das Forças Armadas é paradoxal e preocupante a existência de militares que não têm adesão ao treinamento físico-profissional, ou o realiza ocasionalmente e/ou abaixo dos parâmetros cientificamente estabelecidos como mínimos necessários, salvo aqueles amparados por determinação médica.

Portanto, identificar as barreiras que justificam e impedem que um quantitativo importante de militares da Força Aérea Brasileira pratiquem regularmente seu treinamento físico-militar é um necessário passo para que se possa produzir informações baseadas em evidências científicas, no sentido da elucidação da questão e, assim sendo, para que possa subsidiar as lideranças responsáveis da Força Aérea Brasileira visando à reflexão, discussão, proposição e implementação de programas e ações educativas e exequíveis, na perspectiva de contribuir para a mitificação do problema.

Para tal, é preciso dispor de um instrumento de coleta de dados criteriosamente construído e cientificamente avaliado para se assegurar a validade e a confiabilidade dos resultados a serem obtidos. Tendo em vista esta preocupação acadêmica, realizou-se um levantamento exploratório de estudos sobre barreiras à prática de atividades e exercícios físicos em uma das principais bases de dados da área da saúde (PubMed). A intenção acadêmica foi identificar os estudos disponíveis sobre o tema específico, se havia estudos envolvendo pessoal militar, e o levantamento dos instrumentos de coleta de dados utilizados nos estudos.

Foi possível constatar que a grande maioria dos estudos investigou barreiras às atividades físicas envolvendo amostras que diferem demasiadamente do perfil e características da população alvo de interesse, como por exemplo, indivíduos com doenças específicas, pessoas idosas, crianças, adolescentes e determinados grupos étnicos. Não houve sucesso na busca de pesquisas com amostras de militares.

Os estudos realizados com amostras análogas a de militares da ativa (adultos entre 18 e 64 anos sem qualquer tipo de impedimento para a prática de exercícios físicos) revelaram a utilização de diferentes instrumentos validados sobre barreiras à prática de atividades físicas, dentre os quais destacamos: Exercise Benefits/Barriers Scale (*EBBS*); Corporate Exercise Barriers Scale (*C-EBS*); Perceived Barriers to Exercise Scale (*PBES*); Expected Outcomes and Barriers for Habitual PA Scale; Barriers to Being Active Quiz (*BBAQ*); Physical Activity Barriers Questionnaire (*PAB*); Determinants of Physical Activity Questionnaire (*DPAQ*); Benefits and Barriers to Exercise Questionnaire (*BBE*); entre outros questionários adaptados.

Constatou-se uma variedade muito ampla de itens relativos às barreiras, assim como diferente formas e estilos de redação para itens sobre o mesmo objeto. O mesmo pode ser constatado em relação aos domínios de categorização dos itens. Segundo Brown (2005), essa variedade de domínios e itens decorrem do fato de os questionários terem sido construídos a partir de diferentes contextos, grupos e objetivos.

Ainda de acordo com Brown (2005), em muitos casos, os questionários desenvolvidos não podem ser aplicados com sucesso em populações diferentes da utilizada durante o desenvolvimento do instrumento.

Diante do contexto e da situação problema delineada, chegou-se à conclusão de que seriam necessários ao desenvolvimento e a validação de um instrumento próprio para a população de interesse, sem desconsiderar, mas com as devidas adequações, as opções de domínios e itens utilizados nos diferentes instrumentos de coleta de dados disponíveis na literatura. Vale ressaltar que os militares possuem características peculiares inerentes à profissão, sendo necessário levar em consideração determinados aspectos típicos da cultura organizacional militar.

OBJETIVO DO ESTUDO

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é 'construir e validar um questionário sobre barreiras à prática de exercícios físicos', tendo como grupo alvo os militares da Força Aérea Brasileira que não praticam regularmente o treinamento físico-militar, ou o praticam eventualmente ou de forma insuficientemente, seja nas instalações de uma Organização Militar, seja em quaisquer outros lugares ou instalações públicas ou privadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Physical Activity, Cognition, and Brain Outcomes: A Review of the 2018 Physical Activity Guidelines. **Journal of the American College of Sports Medicine**. n. 6, v. 51, p. 1242-1251, 2019. Disponível em: < https://www.acsm.org/docs/default-source/publications-files/pagac-papers/msse-d-18-00718.pdf?Status=Temp&sfvrsn=247930c0_2 >. Acesso em: 21 out. 2020.
- ASHTON, R.E. *et al.* **British Journal of Sports Medicine**. n. 6, v. 54, p. 341-348, 2020. Disponível em: < <https://bjsm.bmj.com/content/54/6/341> >. Acesso em: 20 out. 2020.

BOOTH, F.W. *et al.* Role of inactivity in chronic diseases: evolutionary insight and pathophysiological mechanisms. **Physiological Reviews**. n. 97, v. 4, p. 1351–1402, 2017. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6347102/#B75> >. Acesso em: 21 out. 2020.

BRASIL. Casa Civil. **Estatuto dos militares: Lei nº 6.880, de 09 de dezembro de 1980**. Brasília, DF: Casa Civil, 1980. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6880.htm >. Acesso em: 06 out 2020.

BRASIL. Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: < <https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF.pdf> >. Acesso em: 06 out 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro branco de defesa nacional**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020. Disponível em: < https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf >. Acesso em: 06 out 2020.

BROWN, S.A. Measuring Perceived Benefits and Perceived Barriers for Physical Activity. **American Journal of Health Behavior**, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2005. Disponível em: < <https://psycnet.apa.org/record/2005-02212-002> >. Acesso em: 21 jan. 2021.

BUENO, R.L.; MALLÉN, J.A.C.; VALLEJO, N.G. La actividad física como herramienta para reducir el absentismo laboral debido a enfermedad en trabajadores sedentarios: Una revisión sistemática. **Revista Española de Salud Pública**. v. 92, p. e201810071, 2018. Disponível em: < http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272018000100506&lng=es&nrm=iso >. Acesso em: 21 out. 2020.

CARLSON, S.A. *et al.* Inadequate physical activity and health care expenditures in the United States. **Progress in Cardiovascular Diseases**. n. 4, v. 57, p. 315-323, 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4604440/> >. Acesso em: 20 out. 2020.

CAVALCANTE NETO, J.L. *et al.* Levels of physical activity and associated factors between military policemen and firemen. **Work**. n. 3, v. 62, p. 515–521, 2019. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30909267/#:~:text=Results%3A%20It%20was%20observed%20that,when%20compared%20to%20military%20firemen> >. Acesso em: 23 out. 2020.

COELHO, C.F.; BURINI, R.C. Atividade física para prevenção e tratamento das doenças crônicas não transmissíveis e da incapacidade funcional. **Revista de Nutrição**. v. 22, n. 6, p. 937-946, 2009. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732009000600015&lng=en&nrm=iso >. Acesso em: 20 out. 2020.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Estado-Maior do Exército. **Manual de Campanha EB20-MC-10.350 - Treinamento Físico Militar**. Brasília, DF: EME, 2015. Disponível em: < http://www.ipcfex.eb.mil.br/images/ipcfex_docs/manual-tfm-4ed-2015.pdf >. Acesso em: 06 out 2020.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. Comando da Aeronáutica. **NSCA 54-1 - Sistema de Educação Física e Desportos da Aeronáutica**. Brasília, DF: COMAER, 2011. Disponível em: < https://www2.fab.mil.br/ccise/images/ICA_54-1_TACF.pdf >. Acesso em: 06 out 2020.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. Comando da Aeronáutica. **ICA 36-4 – Avaliação de Desempenho de Oficiais da Aeronáutica**. DF: COMAER, 2015. Disponível em: < https://ingresso.eear.aer.mil.br/SOO/editais/CFS%20%202021/nsca_54_4_tacf.pdf?concurso=CFS%20%202021 >. Acesso em: 22 jan. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. Comando da Aeronáutica. NSCA 54-3 - Teste de avaliação do condicionamento físico no Comando da Aeronáutica. Brasília, DF: COMAER, 2019a.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. Comando da Aeronáutica. **NSCA 54-4 - Aplicação do Teste de Avaliação do Condicionamento Físico para Exames de Admissão e de Seleção do Comando da Aeronáutica**. Brasília, DF: COMAER, 2019b. Disponível em: < https://ingresso.eear.aer.mil.br/SOO/editais/CFS%20%202021/nsca_54_4_tacf.pdf?concurso=CFS%20%202021 >. Acesso em: 06 out. 2020.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. Comando da Aeronáutica. **NSCA 54-5 – Treinamento Físico-Profissional Militar no Comando da Aeronáutica**. Brasília, DF: COMAER, 2020. Disponível em: < https://ingresso.eear.aer.mil.br/SOO/editais/CFS%20%202021/nsca_54_4_tacf.pdf?concurso=CFS%20%202021 >. Acesso em: 22 jan. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. Comando da Aeronáutica. **ICA 39-17 –Avaliação de Desempenho de Graduados**. Brasília, DF: COMAER, 2020. Disponível em: < https://ingresso.eear.aer.mil.br/SOO/editais/CFS%20%202021/nsca_54_4_tacf.pdf?concurso=CFS%20%202021 >. Acesso em: 22 jan. 2021.

FREIRE, R.R. O papel das Forças Armadas do Brasil na segurança multidimensional. **Revista Política y Estrategia**. n. 132, p. 95-123, 2018. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/512324> >. Acesso em: 06 out. 2020.

HADDOCK, C.K. *et al.* The benefits of high-intensity functional training fitness programs for military personnel. **Military Medicine**. n. 11/12, v. 181, p. e1508-e1514, 2016. Disponível em: < <https://academic.oup.com/milmed/article/181/11-12/e1508/4158549> >. Acesso em: 20 out. 2020.

HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY. **Physical fitness training (FM 21-20)**. Washington, DC: Headquarters Department of the Army, 1998. Disponível em: < <https://www.marines.mil/Portals/1/Publications/FM%2021-20%20W%20CH%201.pdf> >. Acesso em: 20 out 2020.

KALBARCZYK, M.; MACKIEWICZ-LYZIAK, J. Physical activity and healthcare costs: projections for Poland in the context of an ageing population. **Applied Health Economics and Health Policy**. n. 17, p. 523–532, 2019. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s40258-019-00472-9#citeas> >. Acesso em: 06 out. 2020.

LOSINA, E. *et al.* Physical activity and unplanned illness-related work absenteeism: Data from an employee wellness program. **Plos One**. n. 5, v. 12, p. e0176872, 2017. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5417546/#:~:text=Evolving%20evidence%20suggests%20that%20physical,employees%20%5B9%2C%2010%5D.> >. Acesso em: 21 out. 2020.

MANDOLESI, L. *et al.* Effects of physical exercise on cognitive functioning and wellbeing: biological and psychological benefits. **Frontiers in Psychology**. v. 9, p. 509, 2018. Disponível

em: < <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00509/full> >. Acesso em: 21 out. 2020.

MARINHA DO BRASIL. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN-15 – Normas sobre treinamento físico militar, teste de avaliação física e teste de suficiência física na Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: CGCFN, 2009. Disponível em: < <https://docero.com.br/doc/c55cs> >. Acesso em: 06 out 2020.

NINDL, B.C. Physical Training Strategies for Military Women's Performance Optimization in Combat-Centric Occupations. **Journal of Strength and Conditioning Research**. n. 11, v. 29, p. S101–S106, 2015. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26506171/> >. Acesso em: 23 out. 2020.

O'CONNOR, F.G. *et al.* ACSM's Sports Medicine: a comprehensive review. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer, 2012.

POGRMILOVIC, B.K. *et al.* A global systematic scoping review of studies analysing indicators, development, and content of national-level physical activity and sedentary behaviour policies. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**. n. 1, v. 15, p. 123-140, 2018. Disponível em: < <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-018-0742-9> >. Acesso em: 22 out. 2020.

PRAKASH, R.S. *et al.* Physical activity and cognitive vitality. **Annual Review of Psychology**. n. 3, v. 66, p. 769-797, 2015. Disponível em: < <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-psych-010814-015249> >. Acesso em: 21 out. 2020.

PRIESKE, O. *et al.* Effects of physical exercise Training in the workplace on physical fitness: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**. n. 49, v. 12, p. 1903-1921, 2019. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31494864/> >. Acesso em: 20 out. 2020.

REICHERT, F.F. *et al.* The role of perceived personal barriers to engagement in leisure-time physical activity. **American journal of public health**. v. 97, n. 3, p. 515-519, 2007. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17267731>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

SEBASTIÃO, E. Nível de atividade física e principais barreiras percebidas por indivíduos adultos: um levantamento no município de Rio Claro - SP. 2009. 143 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/87414>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

TORNERO-AGUILERA, J.F.; PELARIGO, J.G.; CLEMENTE-SUÁREZ, V.J. Psychophysiological intervention to improve preparedness in military special operations forces. **Aerospace Medicine and Human Performance**. n. 11, v. 90, p. 953–958, 2019. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31666157/> >. Acesso em: 23 out. 2020.

VAGNONI, E. *et al.* Moderating healthcare costs through an assisted physical activity programme. **The International Journal of Health Planning and Management**. n. 33, v. 4, p. 1146-1158, 2018. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hpm.2596> >. Acesso em: 20 out. 2020.

VICKERS, R.R.; BARNARD, A.C. **Effects of physical training in military populations: a meta-analytic summary**. San Diego, CA: Naval Health Research Center, 2009. Disponível em: < <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a554490.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2020.



Linha de Atuação:

Avaliação e intervenção biodinâmica aplicada ao desempenho humano operacional

Ementa:

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

O teste de flexão na barra associado ao desempenho operacional de militares: dados para um estudo de revisão

Nathalia Couto da Silva - 1º Ten (RM2-T), CDM/RJ

Dra. Priscila dos Santos Bunn - CT(S), CEFAN/RJ

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim - UNIFA/RJ

Palavras-chaves: Testes físicos; Desempenho Profissional; Pessoal Militar.

CONTEXTUALIZAÇÃO

A marcha, a escavação, o manuseio de materiais, o assalto, as operações militares em terreno urbano, a escalada e as batalhas de curta distância foram definidos como as tarefas comuns entre os militares, segundo o Manual da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). O estudo, envolveu militares de diferentes Armas do Canadá, da Holanda, do Reino Unido e dos Estados Unidos da América (RESERACH AND TECHNOLOGY ORGANISATION, 2009). Com isso para a realização dessas tarefas comuns e outras específicas das situações inesperadas da frente de batalha, demandam tropas soberbamente condicionadas (US-ARMY, 1941).

Não há como conhecer o grau de aptidão operacional da tropa somente dentro do campo de batalha. Historicamente, os testes físicos padronizados com índices previamente determinados estão relacionados com o desempenho de tarefas militares e podem influenciar diretamente na eficácia do combate, servindo como indicadores do desempenho da tropa em batalha (BILZON *et al.*, 2002; GAGNON, 2016).

Os testes físicos para avaliar a aptidão física da tropa podem ser caracterizados como: Genéricos, amplamente aplicáveis a uma determinada capacidade física, não possuindo características de funções específicas relacionadas ao trabalho; Específicos, relacionados às tarefas militares mas que não se baseiam em uma tarefa específica, podendo ser uma variante menos exigente ou ter alguma aproximação com o trabalho; ou Tarefas Simuladas, aquelas baseadas na tarefa específica, simulando uma situação real de combate (PAYNE; HARVEY, 2010).

As Tarefas Simuladas, usadas como método de avaliação, garantem validade e confiabilidade da associação entre o que se espera do militar no campo de batalha. Embora esse método tenha a formação ideal em ocupações e organizações onde há um número limitado de tarefas de trabalho, é impraticável em ambientes onde existem inúmeras categorias de emprego com ampla gama de tarefas de trabalho (CARSTAIRS *et al.*, 2016). Os autores ressaltam que os Testes Genéricos são comumente usados para avaliar o desempenho de trabalho, pois são fáceis de avaliar, rápidos para administrar, barato e simples de conduzir.

Testes Genéricos, como o Teste de Flexão na Barra (TFB), são amplamente utilizados para a verificação da qualidade física força muscular dos membros superiores (BOUZAS;

GIANNICHI, 1998). Ao ter como carga o próprio peso corporal, apresentam baixo custo, pouco treinamento por parte do avaliador, equipamentos de fácil aquisição, além de apresentar forte correlação entre a aptidão física relacionada a saúde e o desempenho atlético (MARINHO; MARINS, 2012).

A força dos membros superiores é um componente do condicionamento físico altamente desejável para militares (DHAHBI *et al.*, 2015). Portanto, o TFB pode ser uma alternativa viável para verificar o grau de aptidão operacional dos militares, pois alia um teste de fácil aplicação às diferentes tarefas operacionais que demandam força dos membros superiores, sem necessidade de equipamentos sofisticados.

De forma a avaliar criticamente a produção do conhecimento sobre o tema, o presente estudo tem por objetivo verificar o poder do TFB para a predição do desempenho de tarefas operacionais de militares, contribuindo com o direcionamento dos treinamentos específicos e melhor seleção de recursos humanos para missões.

MÉTODO

Protocolo e Registro

Esta revisão segue as recomendações do PRISMA (Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para sua redação e registrada no Center Open Science no endereço <https://osf.io/32zvn/>.

Crítérios de elegibilidade

Nessa revisão foram incluídos estudos que atendiam critérios determinados pela estratégia PICOS:

População: Militares

Intervention: Testes físicos

Comparison: Não há

Outcome: Desempenho Operacional, performance funcional

Study design: Não há

Fontes de Informação e Estratégia de Busca

Uma pesquisa sistemática da literatura sem filtros de idiomas ou de tempo foi realizada por dois pesquisadores (NCS e ABCB) de forma independente que definiram por consenso a melhor equação em cada base, aquela com maior número de registros a partir dos critérios de inclusão, no período de março a junho de 2020 nas seguintes bases de dados: MEDLINE, PEDro, LILACS, SciELO, Science Direct, SCOPUS, Web of Science, Cochrane, CINAHL e Sport Discus com os seguintes descritores: Physical Fitness, Physical Conditioning, Athletic Performance, Exercise Test, Task Performance and Analysis, Work Performance e Physical Functional

Performance e seus sinônimos de acordo com o vocabulário controlado do Medical Subject Headings (MeSH). A frase de pesquisa foi obtida usando os operadores lógicos “AND” entre os descritores e “OR” entre os sinônimos. Além disso, listas de referências e outras fontes serão exploradas para encontrar estudos que avaliem combatentes operacionais através de testes específicos.

Medidas de Sumarização

Nesta fase, dois pesquisadores (NCS e ABCB) de forma independente, ao acessar cada estudo irão extrair os seguintes dados: País de realização do estudo; Força Armada ou Auxiliar pertencente; características da amostra (tamanho, idade, sexo e características físicas); tarefas militares realizadas e sua descrição; resultados do Coeficiente de Correlação de Pearson (r) calculado pela associação entre as tarefas militares e o TFB.

Síntese dos Resultados

A análise seguiu os seguintes extratos, quando possível, relativos à amostra: Masculino, Feminino e Total. Para buscar a associação entre o TFB e as Tarefas Operacionais, usou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson (r), interpretado de acordo com MUKAKA (2012), conforme tabela abaixo.

TABELA 1: Categorias para análise do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)

Tamanho da Correlação	Interpretação
$r \leq 0,3$	Correlação Desprezível
$0,3 < r \leq 0,5$	Correlação Fraca
$0,5 < r \leq 0,7$	Correlação Moderada
$0,7 < r \leq 0,9$	Correlação Forte
$0,9 < r$	Correlação Muito Forte

Fonte: Mukaka (2012)

RESULTADOS PRELIMINARES

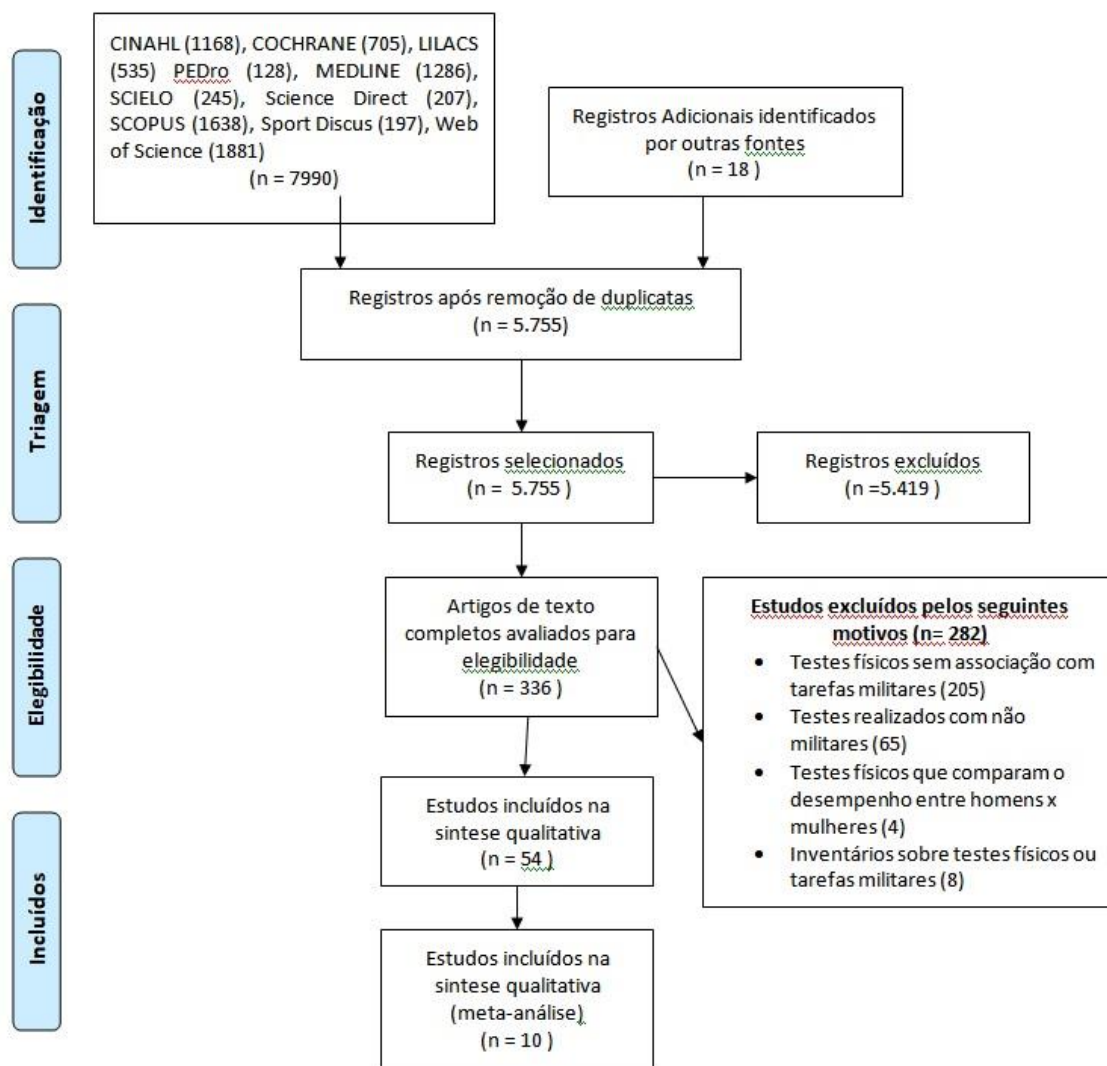


FIGURA 1: Diagrama de Fluxo ilustrando o processo de pesquisa e seleção sistemática de literatura, modelo PRISMA (MOHER *et al.*, 2009)

QUADRO1: Características dos estudos selecionados para a síntese qualitativa

Autor/ Ano	Pais/ FFAA	Característica da amostra	Tarefa Operacional	r
Bilzon <i>et al.</i> , 2002	Reino Unido/ Marinha	172 Militares da Marinha Real (106 masc, 66 fem) e com traje de combate	Tarefa de Transporte livre: carregar um boneco de 37kg por um circuito pré-determinado para simular subida de escada e caminhada ao longo do convés de uma fragata	0,72**
		aparelho respiratório, traje de defesa química e nuclear, capuz anti flash. Idade: 19 a 36 anos; Estatura: 159	Tarefa de transporte de maca: carregar um conjunto de halteres de largura fixa para simular a extremidade principal da maca com peso total de 41kg, pelo circuito pré-determinado para simular	0,72**

Autor/ Ano	Pais/ FFAA	Característica da amostra	Tarefa Operacional	r
		a 185 cm e Massa Corporal: 53 a 99 kg	subida de escada e caminhada ao longo do convés de uma fragata	
			Empacotar e colocar: réplica de um soldado levantando uma caixa (0,80 x 0,65 x 0,30) do chão e colocá-lo em um veículo militar (altura 1,50m), o peso da caixa inicia com 15kg e aumenta a cada levantamento concluído com sucesso até a falha consecutiva. A massa mais pesada que foi levantada foi utilizada como medida de desempenho.	0,31*
			Simulação de carregamento do artilheiro: simula um soldado participando de uma missão de disparo de um canhão de artilharia. Atarefa inclui carregar uma cápsula de munição de 43kg por 10 m, colocando a cápsula na bandeja de carregamento (1,04m de altura). A sequência foi repetida quantas vezes possível dentro de 10 min e a quantidade de repetições foi utilizada como medida de desempenho	0*
Carstairs <i>et al.</i> , 2016	Austrália / Exército	63 Militares do sexo masc portando colete, cinto e réplica de arma totalizando 23,5 kg de carga externa. Idade: 24,6±6,2 anos; Estatura: 178±0,08cm; Massa corporal: 80,6±11,1kg	Simulação de bombardeio de tanque: Tarefa simula um soldado bombardeando um tanque de guerra. Inclui repetir o carregamento de um cartucho de munição de 23kg por 10m de um depósito e passando a munição para um soldado de pé no topo do tanque (1,70m de altura). Serão realizadas 36 repetições levando de 10 a 15 min	0,36*
			Simulação de construção de ponte: Simula um soldado construindo uma meia ponte. A tarefa inclui carregar um painel de 183kg em uma equipe de 4 militares por uma distância de 10m. A simulação foi realizada individualmente com uma barra olímpica (18,3kg) levantando do chão e caminhando por 10m, colocando a barra na altura dos ombros e empurrar a barra acima da cabeça até a extensão total dos cotovelos. A barra começou com 24kg e aumentou até o peso máximo a ser levantado sendo usado como medida de desempenho.	0,79*

Autor/ Ano	Pais/ FFAA	Característica da amostra	Tarefa Operacional	r
Dhahbi <i>et al.</i> , 2015	Tunísia / Guarda Nacional	21 Militares antiterrorismo com uniforme de combate, capacete de 1kg, fuzil de 4,850 kg. Idade: 24,1±1,8anos; Estatura: 179,5±4cm; Massa Corporal: 74,9±5,1kg	Teste de escalada de corda de 5m: Os participantes escalaram a corda o mais rápido possível e atingiram a marca final. O cronômetro foi acionado no sinal do avaliador e parou quando o participante tocou na marca que estava situado a altura de 5m acima da marca de partida. Os participantes iniciaram na posição sentado com as cordas entre as pernas e as mãos colocadas na corda sem ultrapassar a marca de partida situada a 1m. A escalada foi realizada sem impulso ou ajuda dos membros inferiores	-0,62
Marins <i>et al.</i> , 2019	Brasil / PRF	13 PRF NPPE: uniforme normal sendo uma carga de 1,5kg e WPPE: uniforme, colete balístico, pistola, carregadores, algemas totalizando 12kg de carga; Idade: 36,8±3,7anos; Estatura: 180±5,6cm; Massa corporal: 89±10,7kg	OPAT: Teste de campo com 7 tarefas especificas realizadas em um campo de grama (40mx18m): 1. Sprint 30m: partindo do banco do carona de um carro correr 30m ao sinal do avaliador; 2. Manobra de barricada: mover-se entre 4 barricadas (altura 1,15m) com 10 m de distância entre elas; 3. Salto vertical: correr 10m e pular 2 barreiras consecutivas de 0,6m de altura com 10m de distância entre elas e correr 10m até o cone de marcação; 4. Salto horizontal: correr 10m e saltar 2 obstáculos de 1,5m de comprimento com 10m de distância entre eles e correr 10m até o cone de marcação; 5. Resgate: arrastar um manequim de 53kg por 15m o mais rápido possível; 6. Correr entre cones: tarefa de agilidade de pegar 4 cones com mudança de direção por 15m e correr 18m até colocar os cones no carro; e 7. Empurrar o veículo: empurrar o veículo por 30s ou 10m. (NPPE)	-0,03
Neves, 2017	Colômbia / Exército	60 Militares; Idade: 32±5,01anos; Estatura: 170±6,78cm; Massa Corporal: 70±7,53kg	Pista de obstáculos: transpor 2 muros com 1 e 2m, rastejar por baixo da rede, escalar rede de 8m, ultrapassar um banco e um poço (1,80m/0,40m), parede inclinada de 3m com corda, salto tarzan, ponte de corda 6m, muro de 4m com corda	-0,535***
Pihlainen <i>et al.</i> , 2018	Finlândia / Exército	80 Militares masc realizaram os testes físicos com uniforme de TFM e o MST com uniforme e	MST: 4 corridas de 6,2m mudando de direção, rastejo baixo por 11, 3m, corrida de 21,8m com 3 obstáculos de 40cm, carregamento de 2 kettlebell de 16kg por 4x 2,5m, corrida em	-0,435***

Autor/ Ano	Pais/ FFAA	Característica da amostra	Tarefa Operacional	r
Rayson <i>et al.</i> , 2000	Inglaterra / Exército	equipamento de combate (colete, capacete e réplica de arma longa); Idade: 29,8±8anos; Estatura: 179,8±6,3cm; Massa Corporal: 79,2±8,5kg	zig-zague por 42,4m, arrasto de vítima de 65kg por 24m.	
		379 Militares (304 masc + 75 fem) com uniforme de combate, Idade: 23,5±4,45anos; Estatura: 173,4±7,9cm; Massa Corporal: 71,4±10,58kg	Carregar (C): em um percurso de 30m e de forma contínua, o militar transporta uma lata de água de 20kg em cada mão pelo maior tempo possível	0,022***
Robinson <i>et al.</i> , 2018	Austrália / Polícia	42 Policiais masc especialistas táticos com uniforme específico, Massa Corporal: 88,8±8,25kg	1 marcha de 5km com carga de 25kg +3,6kg de armamento em superfície plana	-0,452*
			2 marchas de 5km com carga de 25kg +3,6kg de armamento em superfície plana	-0,439*
			3 marchas de 5km com carga de 25kg +3,6kg de armamento em superfície plana	-0,416*
			Subir 70 degraus ou 3 andares com uma mangueira de 30m e 22kg nos ombros	-0,47**
Williford <i>et al.</i> , 1999	EUA / Bombeiro	91 Bombeiros com equipamento de proteção (capacete, luvas, botas, casaco, calça e aparelho auto respiratório), Idade: 31,69±7,39anos; Estatura: 177,29±6,38cm; Massa Corporal: 83,97±10,86kg	lçar uma mangueira de 15,2m e 16,36kg do solo até o quinto andar	-0,3**
			Com uma marreta de 4kg acionar uma viga em "I" de 75kg a 1,52m de altura	-0,3**
			Envolver uma extremidade de chumbo de um carregador de mangueira de 3,81cm por cima do ombro e em ritmo acelerado esticar em linha um total de 30,54m	-0,3*
Beckett, Hodgdo, 1987	EUA / Marinha	102 Militares (64 masc + 38 fem), Idade: 20 a 35 anos	Resgatar um manequim de 79,54kg arrastando por 30,5m	-0,32**
			BCPVR - Distância percorrida carregando a caixa em 5 min	0,55
			BXELBO - Levantar uma caixa até uma plataforma na altura no cotovelo	0,62

Autor/ Ano	Pais/ FFAA	Característica da amostra	Tarefa Operacional	r
			BXKNCL - Levantar uma caixa até uma plataforma na altura do quadril	0,58
			ILMCURL - Levantamento único com pés afastados, braços a 90° e antebraço paralelo ao chão, a barra deve ser levantada até a altura do braço a 90° partindo do chão	0,64
			ILMHOLD - Tempo de contração isométrica com braço a 90° até que a barra caia mais de 3cm	0,02
			ILMPRESS - Levantamento com as costas retas e joelhos flexionados e extensão parcial dos braços, levando a barra a altura de 152,4cm	0,63

Legenda: FFAA: Forças Armadas; masc: masculino; fem: feminino; PRF: Polícia Rodoviária Federal; OPAT: Teste de Capacidade Física Ocupacional; NPPE: uniforme com equipamento de proteção individual (colete balístico); WPPE: uniforme sem equipamento de proteção individual (colete balístico); MST: Simulação Militar de Atividades de Campo; TFM: Treinamento Físico Militar; EUA: Estados Unidos da América. *p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

É possível observar que tarefas operacionais que demandam o transporte de carga, empregando a força pura de membros superiores, como no estudo de Bilzon e colaboradores (2002) e de Carstairs e colaboradores (2016), apresentam forte correlação com o TFB.

Tarefas operacionais envolvendo longas distâncias, superiores a 5km, transportando uma carga, como aqueles sugeridos por Robinson e colaboradores (2018), apresentam fraca e negativa correlação com o TFB. Não foi citado pelos autores, mas é possível inferir que a potência aeróbia seja a capacidade física imprescindível neste Teste Operacional criado, já que a carga a transportar era inferior a 30kg.

Estudos como o de Williford e colaboradores (1999) parecem encontrar resultados semelhantes com o de Robinson e colaboradores (2018), ao propor testes operacionais que o componente aeróbio seja a capacidade física mais importante. A tarefa de subir escadas e percorrer curtas distâncias parecem ser demandas fisicamente mais exigentes que o transportar de equipamentos com carga inferior a 30kg.

O estudo de Neves (2017), ao propor uma pista de obstáculos como tarefa operacional, apresentam resultados de correlação moderada e negativa com o TFB. Como já citado, o componente força de membros superiores é uma das demandas físicas exigidas, porém a potência aeróbia parece ser a capacidade física mais importante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TFB deve ser utilizado com ressalvas para predizer o desempenho físico de militares, em especial, quando as tarefas desempenhadas se caracterizam pela força pura de membros superiores, no levantamento e transporte de cargas sem que sejam exigidas habilidades

específicas nem, tampouco, conjunto de tarefas que envolvam a potência/capacidade aeróbia como o de percorrer grandes distâncias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKETT, M. B.; HODGDON, J. A. **Lifting and carrying capacities relative to physical fitness measures**. San Diego/CA: Naval Health Reserach Center, 1987.

BILZON, J. L. J. *et al.* Generic task-related occupational requirements for Royal Naval personnel. **Occupational Medicine**, v. 52, n. 8, p. 503–510, 2002.

BOUZAS, J.; GIANNICHI, R. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. Rio de Janeiro: Shape, 1998.

CARSTAIRS, G. L. *et al.* A box lift and place assessment is related to performance of several military manual handling tasks. **Military Medicine**, v. 181, n. 3, p. 258–264, 2016.

DHAHBI, W. *et al.* Five-meter rope-climbing: A commando-specific power test of the upper limbs. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 4, p. 509–515, 2015.

MARINHO, B. F.; MARINS, J. C. B. Teste de força/resistência de membros superiores: análise metodológica e dados normativos. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, n. 1, p. 219–230, 2012.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviwrs and meta-analyses: the PRISMA Statement. **PLos Medicine**, v. 6, n. 7, e1000097, 2009.

MUKAKA, M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v. 24, n. 3, p. 69–71, 2012.

PAYNE, W.; HARVEY, J. A framework for the design and development of physical employment tests and standards. **Ergonomics**, v. 53, n. 7, p. 858–871, 2010.

RESERACH AND TECHNOLOGY ORGANISATION. **Optimizing Operational Physical Fitness**. [s.l: s.n.]. v. 323

NATIONAL HEART, LUNG and BLOOD INSTITUTE. **Study Quality Assessment Tools, 2016**. Disponível: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/study-quality-assessment-tools>. Acesso em: 19 ago. 2020.

UNITED STATES MILITARY ACADEMY, **FM 21-20 - PHYSICAL TRAINING**, 1941

WORDEN, T.; WHITE, E. D. 3rd. Modifying the U.S. Air Force Fitness Test to reflect physical combat fitness: one study's perspective. **Military Medicine**, v. 177, n. 9, p. 1090-1094, 2012.

Perfil e desempenho funcional de militares da Marinha do Brasil submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior

Eduardo Galharo do Nascimento Oliveira - 1º Ten (Md), HNMD/RJ
Dr. Thiago Jambo Alves Lopes - CC(S), CEFAN/RJ

Palavras-chaves: Desempenho funcional; Militares; Pós reconstrução; Ligamento cruzado anterior.

CONTEXTUALIZAÇÃO

A lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma patologia comum na articulação do joelho (MALL *et al.*, 2014). Há relatos históricos, do antigo Egito (3000 a.c) no famoso Papiro de Edwin Smith, passando por Hipócrates (460-360 a.c) que mencionou uma lesão ligamentar que ocasionava a subluxação do joelho, mas foi Claudio Galen, médico grego, no império romano, que descreveu a estrutura do LCA (DAVARINOS; O'NEILL; CURTIN, 2014).

Atualmente, ainda é uma lesão bastante estudada e muito prevalente, estima-se que a incidência na população geral dos Estados Unidos seja de 1 para 3000 habitantes, totalizando cerca de 200,000 casos ano e cerca de 150,000 procedimentos cirúrgicos, causando um impacto econômico naquele país de 1,5 bilhões de dólares anuais, sem contar os prejuízos biopsicossociais devido ao afastamento do trabalho, serviço militar, esportes de alto rendimento e recreativos (SALTZMAN *et al.*, 2015; HERZOG *et al.*, 2017).

O LCA desempenha importante função estabilizadora estática e dinâmica no joelho, impedindo a translação anterior da tíbia em relação ao fêmur. A população mais acometida são os jovens, atletas e militares. O sexo feminino possui uma predisposição à lesão do LCA maior que o masculino, devido à aspectos anatômicos e hormonais (KVIST, 2004). O mecanismo de trauma mais frequente, cerca de 70%, é a entorse do joelho, em valgo, com o pé fixo ao solo, rotação interna do fêmur e sem contato direto. A lesão aguda gera um quadro de dor, edema, instabilidade e limitação funcional importante, dificultando ou impossibilitando o desempenho de atividades com mudanças de direção e movimentos de “pivot” (giro), típicos de esportes e de atividades militares operativas (MONK *et al.*, 2016a).

O diagnóstico é realizado através do exame clínico com execução de testes específicos para avaliar a integridade do LCA, associado a exames de imagem, como a ressonância nuclear magnética que é o padrão ouro (CRAWFORD *et al.*, 2007; MONK *et al.*, 2016b). Como a cicatrização após a ruptura do LCA é pobre, o tratamento cirúrgico acaba sendo a melhor escolha de tratamento para essa população de alta demanda física / esportiva, permitindo assim a restauração da função, estabilidade e prevenção de lesões secundárias e como o comprometimento articular. O tratamento cirúrgico é feito por videoartroscopia, com necessidade de retirada de enxerto autólogo, sendo os mais comumente utilizados: os tendões da pata de ganso (grácil e semitendíneo) e tendão patelar. O enxerto é transpassado nos túneis ósseos previamente confeccionados na tíbia e no fêmur e fixados através de dispositivos metálicos ou bioabsorvíveis (MOHTADI *et al.*, 2011).

A importância de um programa de reabilitação rigoroso e reproduzível é fundamental para o sucesso do retorno às atividades esportivas e operativas. Vários autores relataram que o sucesso da cirurgia é mais dependente do processo de reabilitação que propriamente da técnica cirúrgica ou do enxerto utilizado (MALEMPATI *et al.*, 2015; PANARIELLO; STUMP; MADDALONE, 2016). Apesar disso, não há consenso em relação ao melhor protocolo de reabilitação (BUCKTHORPE; DELLA VILLA, 2020). A reabilitação pode ser dividida em três estágios: a fase aguda, imediatamente após a lesão ou cirurgia, visa diminuir o processo inflamatório e ganhar o arco de movimento; o estágio de recuperação com objetivo de melhorar a força muscular e estabilidade e, por último, o estágio funcional com a finalidade de retornar o paciente ao mesmo nível de desempenho físico pré-lesão (KVIST, 2004).

A satisfação dos pacientes submetidos a reconstrução do LCA, em relação a função física, é classificada como boa ou excelente por 85-90% e, cerca de 98% referem que passariam, caso necessário, pela cirurgia novamente (NWACHUKWU *et al.*, 2017). Mas apesar da alta taxa de satisfação, somente 55% dos atletas retornam à prática esportiva no mesmo nível pré-lesão (ARDERN *et al.*, 2014).

Ainda não há um critério claro e validado para o retorno seguro dos atletas ao esporte e nem para prever se ainda estão em risco de sofrerem uma nova lesão após o término da reabilitação. A avaliação do desempenho funcional é importante para que os atletas retornem ao esporte com um mínimo de segurança. Todavia, parâmetros subjetivos são comumente utilizados na maioria dos estudos para avaliação desse retorno e, somente cerca de 10% incluem critérios objetivos como: força muscular, índice de simetria dos membros ou testes funcionais (hop tests e Y balance tests) (NOYES; BARBER; MANGINE, 1991).

Assim como para os atletas, a lesão do LCA é muito comum em militares, que possuem 10 vezes mais chance de ruptura do ligamento do que a população em geral (OWENS *et al.*, 2007). Os membros das forças armadas que fazem parte de grupamentos operativos são rotineiramente mais expostos a corridas de longas distâncias, treinamentos de alto impacto e carregamento de peso excessivo. Essas atividades geralmente praticadas em terrenos acidentados, com baixa visibilidade e em situações de estresse, aumentam o risco de lesão do LCA. Apesar da cirurgia de reconstrução do LCA ser considerada o padrão ouro para o tratamento dessa lesão, após a reconstrução do LCA alguns militares podem apresentar dificuldade de desempenhar suas funções com eficiência, por vezes, necessitando de restrições temporárias ou até mesmo definitivas do serviço ativo, prejudicando assim a progressão na carreira e em alguns casos até a permanência no serviço ativo (GWINN *et al.*, 2000; KUIKKA; PIHLAJAMÄKI; MATTILA, 2013).

A reabilitação adequada e o momento ideal para o retorno as atividades são questões, atualmente, amplamente discutidas na literatura, porém sem evidências robustas quando aplicadas ao contexto militar. A carência de dados fidedignos, no âmbito da Marinha do Brasil, quanto ao perfil e desempenho funcional dos militares submetidos à reconstrução do LCA foi o motivo da elaboração deste projeto.

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A grande prevalência da lesão do LCA no meio militar, e suas consequências tanto para quem sofre a lesão quanto para a organização militar que necessita contar com a sua tripulação sempre preparada e pronta, justifica a importância deste projeto, que visa avaliar o perfil e o desempenho funcional dos militares submetidos à reconstrução do LCA no Hospital Naval Marcílio Dias.

O estudo possibilitará traçar o perfil e realizar uma avaliação funcional, dos militares submetidos à cirurgia de reconstrução do LCA, no âmbito da Marinha do Brasil permitindo uma comparação com dados normativos internacionais.

O resultado será importante para, se necessário, melhorar a qualidade dos processos internos da MB desde o momento da lesão até a alta da reabilitação, buscando assim otimizar o tempo de recuperação e possibilitar que o militar volte ao serviço ativo com maior segurança e brevidade.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Traçar o perfil e avaliar o desempenho funcional dos militares submetidos à reconstrução do LCA, no âmbito da Marinha do Brasil

Objetivos Específicos

- Analisar o perfil epidemiológico dos militares submetidos a reconstrução do LCA no Hospital Naval Marcílio Dias;
- Avaliar a percepção subjetiva de melhora do militar;
- Avaliar o desempenho funcional dos militares após o período de reabilitação;
- Avaliar a função física autorreferida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra e Local da Coleta

A seleção da amostra será por conveniência onde todos os pacientes que foram operados no Hospital Naval Marcílio Dias no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2019, serão convidados a participar da pesquisa. Todos os testes e procedimentos serão realizados no Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN).

Crítérios de Inclusão

Os critérios de inclusão serão: ser militar do serviço ativo da Marinha do Brasil, submetidos à reconstrução primária do ligamento cruzado anterior no Hospital Naval Marcílio Dias, no

período de janeiro de 2014 a dezembro de 2019. Todos os voluntários do estudo serão informados dos objetivos e procedimentos para colaboração com a pesquisa; estarão cientes que em qualquer momento da pesquisa, poderão abandonar o estudo sem maiores prejuízos pessoais ou para carreira, e que serão preservados o sigilo dos dados pessoais. Todos os participantes irão preencher um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), afirmando por escrito, do seu consentimento para participação na pesquisa. O projeto de pesquisa será enviado para a aprovação do Comitê de Ética em pesquisa do Hospital Naval Marcílio Dias (HNMD).

Critérios de Exclusão

Serão excluídos da amostra os militares que, deixaram o Serviço Ativo da Marinha do Brasil, os militares atletas profissionais pertencentes ao programa olímpico da Marinha (PROLIM), militares apresentando lesões multiligamentares, àqueles submetidos a revisão cirúrgica bem como aqueles que apresentem doenças reumatológicas e sistêmicas que possam influenciar no desempenho funcional.

Perfil Epidemiológico

Será utilizado um questionário para coletar os seguintes dados dos voluntários: Idade, sexo, lado acometido, como e onde o militar sofreu a lesão, tempo decorrido até a realização da cirurgia e demais informações demográficas relevantes.

Escala de Percepção do Efeito Global

O instrumento, originalmente, elaborado por Rensis Likert em 1932, conhecido como escala de Likert será utilizado para avaliação da melhora subjetiva do voluntário. A escala bipolar de 5 (cinco) itens, respondendo a pergunta “Como você compararia a função do seu joelho operado antes e depois da cirurgia?”, com as respostas variando entre 1 (muito pior), 2 (pior) 3 (sem alterações), 4 (melhor) ou 5 (muito melhor) (LOGERSTEDT *et al.*, 2014).

Função Física Autorreferida

O questionário do International Knee Documentation Committee (IKDC), foi publicado em 1993 e revisado 1994. A sua mais recente revisão foi realizada em 2001e, é uma forma de avaliar a qualidade de vida de pacientes com patologias no joelho. O questionário é dividido em três partes: sintomas (incluindo dor, rigidez, edema e travamento), esportes (atividades diárias) e função atual do joelho.

As três partes são subdivididas em 18 itens (sete de sintomas, uma de participação em esporte, nove para atividades da vida diária e um para função atual do joelho). Os militares responderão o questionário em meio físico, sem limite de tempo e poderão tirar qualquer tipo de dúvidas com o avaliador. O resultado será computado através de uma escala 0 a 100, onde as pontuações mais altas representarão melhor função (ANDERSON *et al.*, 2006).

Desempenho Funcional

Y Balance Test (YBT)

É uma avaliação funcional, rápida e reprodutível, derivada do *Star Excursion Balance Test*, utilizada na prática clínica e em pesquisas científicas. O YBT Avalia força, controle muscular, equilíbrio, estabilidade, amplitude de movimento, flexibilidade e propriocepção. O YBT adota somente três orientações o que otimiza a viabilidade e objetividade na prática clínica. Quando os resultados são assimétricos com diferença maior que 4,0 centímetros entre os membros, sugere-se um desequilíbrio muscular que pode estar relacionado a uma reabilitação não eficaz e risco aumentado para uma nova lesão (GONELL; ROMERO; SOLER, 2015).

Para a realização do YBT será utilizado um instrumento que contém uma base fixa de madeira com 5 cm de altura e três bases móveis nas direções anterior, póstero-medial e póstero-lateral, onde as posteriores são separadas por um ângulo de 90° e separadas da anterior por um ângulo de 135° (Figura 1).

Os voluntários permanecerão descalços em apoio unipodal e com o membro inferior contralateral irão deslizar a base móvel ao máximo alcance. Os membros superiores ficarão posicionados na altura do quadril. Será permitida uma familiarização com o teste com a realização de até 4 tentativas. Para fins de avaliação, serão realizadas três medidas formais em cada direção, para cada membro inferior, onde o maior alcance será utilizado para a composição do escore final. A tentativa será descartada e repetida quando: o participante perder o equilíbrio, levantar o calcâneo do pé de apoio fixo na plataforma e perder o contato do hálux com a plataforma deslizada (GONELL; ROMERO; SOLER, 2015).

Figura 1 - Y Balance Test



Fonte: Garrisson *et al.* (2015)

Hop Test

O *Hop Test* é uma avaliação objetiva, descrito por Noyes e colaboradores (1991), frequentemente utilizado como uma forma prática de avaliação do controle neuromuscular, força e confiança no membro. Ele também pode ser usado como ferramenta preditiva de futuras lesões no joelho e para avaliar a evolução durante o processo de reabilitação. Requer equipamentos simples e um curto tempo de execução (FITZGERALD *et al.*, 2001).

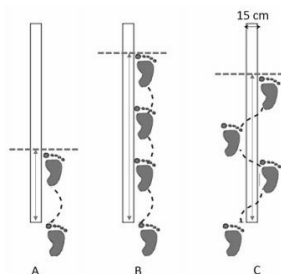
Uma combinação de três *hop tests* é considerado adequado como medida de desempenho após a reabilitação da reconstrução do LCA. Os testes englobam uma variação de princípios de movimentos (aceleração, desaceleração, velocidade, rebote e mudança de direção) mimetizando as demandas de estabilidades dinâmicas do joelho durante atividades esportivas, assim como sugeridas para preparação das atividades militares (PETSCHNIG; BARON; ALBRECHT, 1998).

Uma série de três *hop tests* será realizada de acordo com a descrição original do protocolo de Noyes e colaboradores (1991). Os testes serão o *Single Leg Hop Test*, o *Triple Hop Test* e o *Cross Over Hop Test*, todos avaliando a distância dos saltos. A execução do teste será feita em um piso não derrapante e será necessário a colocação no piso de uma faixa de 6,0 metros de comprimento por 15 cm de largura. O militar será orientado a vestir o mesmo tênis utilizado para a realização dos seus exercícios físicos, receberá orientações verbais do teste e poderá realizar até três saltos de familiarização.

O participante iniciará com os pés atrás de uma linha de partida, não haverá restrições em relação ao balanço dos membros superiores e o lado inicialmente testado será o não operado. Um intervalo de descanso de até dois minutos será oferecido entre os testes. Os testes serão considerados bem-sucedidos quando o militar aterrissar e permanecer na posição por pelo menos três segundos, e considerados malsucedidos caso o participante toque o pé contralateral ou os membros superiores no solo, assim como utilize um salto adicional durante o pouso.

- *Single Leg Hop Test*: o participante com os braços em qualquer posição realizará um salto único, o mais distante possível devendo manter-se na posição final por no mínimo três segundos (Figura 2).
- *Triple Hop Test*: o participante realizará três saltos consecutivos, o mais distante possível, e a posição final deverá ser mantida como no *Single Leg Hop Test*.
- *Cross-over Hop Test*: a posição inicial, também, com os braços em qualquer posição, o paciente realizará três saltos consecutivos o mais distante possível e sempre cruzando a faixa central, sendo a posição final igual a do *Single Leg Hop Test*. A melhor distância para cada perna e para cada teste de salto será registrada em centímetros para análise.

Figura 2 – Ilustração do Triple Hop Test



Fonte: RAMBAUD *et al.*, 2017

Avaliação Isocinética

O termo isocinético é caracterizado como a contração muscular dinâmica mantendo uma velocidade constante através de um dispositivo especial (THISTLE *et al.*, 1967). O método possibilita que a força muscular possa ser aplicada em uma amplitude de movimento e seja mensurada em condições dinâmicas desde que a velocidade predefinida tenha sido atingida pelo membro em movimento. A resistência do dispositivo é igual ao torque muscular aplicado durante a amplitude do movimento (PATTEN WYATT; EDWARDS, 1981).

A avaliação deverá ser feita por último, para não gerar cansaço e fadiga muscular que possam interferir nos resultados dos outros testes previamente citados. Os participantes serão estimulados a realizarem um aquecimento pré-teste na bicicleta ergométrica e será utilizado um dinamômetro modelo Biodex System 3 (Biodex Medical Systems, Inc, New York, New York, USA) - Figura 3.

Os participantes ficarão sentados com o quadril fletido a 85°, com faixas estabilizando o tórax, quadril e coxa, para evitar a compensação postural durante a avaliação. O membro contralateral ficará fixo a um suporte no tornozelo, o eixo do dinamômetro ficará alinhado com o eixo de rotação do joelho (epicôndilo lateral do fêmur), a amplitude de movimento será ajustada para 0°-90° para uma avaliação comparativa segura da musculatura extensora e flexora. O participante realizará, inicialmente, uma sequência de 2 a 3 repetições para familiarização com o teste, e depois 5 repetições à 60° e 180° por segundo e 20 repetições à 300. A avaliação começará com o joelho saudável e na sequência o operado, e a cada série de repetições será seguida por um minuto de descanso. O encorajamento verbal será utilizado de rotina, como forma de estímulo ao esforço máximo dos participantes.

Figura 3 - dinamômetro modelo Biodex System 3



Fonte: www.biodex.com

ANÁLISE DE DADOS

Os dados quantitativos serão coletados para análise e serão tabulados em planilha Excel e posteriormente importado para o software SPSS, versão 21, no qual serão feitas todas as análises estatísticas. Para caracterização da amostra, será feita análise estatística descritiva, com cálculo da média e desvio padrão para as variáveis numéricas, e frequência absoluta e relativa (%) para as variáveis categóricas. Para todos os testes, será aceito um alfa de 0,05.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, A. F. *et al.* The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: Normative data. **American Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 1, p. 128-135, 2006.
- ARDERN, C. L. *et al.* Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: An updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 21, p. 1543-1552, 2014.
- BUCKTHORPE, M.; DELLA VILLA, F. Optimising the 'Mid-Stage' Training and Testing Process After ACL Reconstruction. **Sports Medicine**, v. 50, n. 4, p. 657-678, 2020.
- CRAWFORD, R. *et al.* Magnetic resonance imaging versus arthroscopy in the diagnosis of knee pathology, concentrating on meniscal lesions and ACL tears: A systematic review. **British Medical Bulletin**, v. 84, n. 1, p. 5-23, 2007.
- DAVARINOS, N.; O'NEILL, B. J.; CURTIN, W. A brief history of anterior cruciate ligament reconstruction. **Advances in Orthopedic Surgery**, v. 2014, p. 1-6, 2014.
- FITZGERALD, G. K. *et al.* Hop tests as predictors of dynamic knee stability. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 31, n. 10, p. 588-597, 2001.
- GARRISSON, J. C. *et al.* Y Balance Test anterior reach symmetry at three months is related to single leg functional performance at time of return to sports following anterior cruciate ligament reconstruction. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 5, p. 602-611, 2015.
- GONELL, A. C.; ROMERO, J. A. P.; SOLER, L. M. Relationship between the Y Balance Test Scores and Soft Tissue Injury Incidence in a soccer team. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 7, p. 955-966, 2015.
- GWINN, D. E. *et al.* The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. **American Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 1, p. 98-102, 2000.
- HERZOG, M. M. *et al.* Cost of outpatient arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction among commercially insured patients in the United States, 2005-2013. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2017.
- KUIKKA, P. I.; PIHLAJAMÄKI, H. K.; MATTILA, V. M. Knee injuries related to sports in young adult males during military service - Incidence and risk factors. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 23, n. 3, p. 281-287, 2013.
- KVIST, J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: Current recommendations for sports participation. **Sports Medicine**, v. 34, n. 4, p. 269-280, 2004.
- LOGGERSTEDT, D. *et al.* Self-reported knee function can identify athletes who fail return-to-activity criteria up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction: A Delaware-Oslo ACL cohort study. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 44, n. 12, p. 914-923, 2014.

- MALEMPATI, C. *et al.* Current rehabilitation concepts for anterior cruciate ligament surgery in athletes. **Orthopedics**, v. 38, n. 11, p. 689-696, 2015.
- MALL, N. A. *et al.* Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. **American Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 10, p. 2363-2370, 2014.
- MOHTADI, N. G. *et al.* Patellar tendon versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament rupture in adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 9, 2011.
- MONK, A. *et al.* Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. **Cochrane Database Syst Rev.**, n. 4, p. CD011166, 2016a.
- MONK, A. *et al.* Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. **Cochrane Database Syst Rev.**, n. 4, p. CD011166, 2016b.
- NOYES, F. R.; BARBER, S. D.; MANGINE, R. E. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after ACL rupture. **American Journal of Sports Medicine**, v. 19, n. 5, p. 513-518, 1991.
- NWACHUKWU, B. U. *et al.* Return to play and patient satisfaction after ACL reconstruction. **Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume**, v. 99, n. 9, p. 720-725, 2017.
- OWENS, B. D. *et al.* Incidence of anterior cruciate ligament injury among active duty U.S. military servicemen and servicewomen. **Military Medicine**, v. 172, n. 1, p. 90-91, 2007.
- PANARIELLO, R. A.; STUMP, T. J.; MADDALONE, D. Postoperative rehabilitation and return to play after anterior cruciate ligament reconstruction. **Operative Techniques in Sports Medicine**, v. 24, n. 1, p. 35-44, 2016.
- PATTEN WYATT, M.; EDWARDS, A. M. Comparison of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 3, n. 2, p. 48-56, 1981.
- PETSCHNIG, R.; BARON, R.; ALBRECHT, M. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 28, n. 1, p. 23-31, 1998.
- SALTZMAN, B. M. *et al.* Economic analyses in anterior cruciate ligament reconstruction. **American Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 5, p. 1329-1335, 2015.
- THISTLE, H. G. *et al.* Isokinetic contraction: a new concept of resistive exercise. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 48, n. 6, p. 279-282, jun. 1967.

Prevalência e tempo de instalação do primeiro sintoma de hipóxia em pilotos da Força Aérea Brasileira durante voos simulados em câmara hipobárica – análise de um preditor de alerta situacional

Gustavo Messias Costa - 1º Ten Med, GTE/DF
Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos - AFA/SP

Palavras-chaves: Pilotos; Hipóxia; Sintoma individual; Câmara hipobárica; Desempenho operacional.

CONCEITUAÇÃO E DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Todo organismo vivo desenvolveu-se para funcionar dentro de parâmetros bem definidos para os quais se adaptou durante sua evolução e o estado de equilíbrio em que apresenta desempenho funcional normal, nos limites de tais parâmetros, é chamado de homeostase. Dessa maneira, toda causa que tende a afastar um organismo vivo de seu equilíbrio funcional torna-se, então, um fator de agressão ou estresse (TEMPORAL *et al.*, 2005).

Segundo Temporal *et al.* (2005), o organismo humano evoluiu para respirar em baixa altitude próxima ao nível do mar, onde a pressão atmosférica é de 760 mmHg. Assim, se a pressão atmosférica cair à metade, ou seja, 380 mmHg (como ocorre na altitude de 18.000 ft), a pressão parcial do oxigênio inspirado não será mais suficiente para manter as trocas gasosas de maneira adequada, podendo ocasionar a morte do indivíduo por hipóxia.

A hipóxia de altitude ou hipóxia hipobárica é uma deficiência na oxigenação alveolar decorrente de inadequado mecanismo de ventilação pulmonar ou da relação ventilação perfusão. Dos quatro tipos de hipóxia, a hipóxia hipobárica é a mais comum na aviação, sobretudo com altitudes superiores a 10.000 ft ou 3048 m. Por esse motivo, sistemas de aviação mais modernos apresentam tecnologias que mantêm as pressões de cabine das aeronaves equivalentes a 10.000 ft ou menos, fazendo com que os episódios de hipóxia ocorram usualmente de forma aguda devido a falhas dos equipamentos (DAVIS *et al.*, 2008).

A exposição aguda à hipóxia de altitude tem repercussões críticas sobre órgãos e sistemas distintos, provocando grande diversidade de sintomas e reações fisiológicas que podem variar desde dores de cabeça e perturbações visuais até a dificuldade de julgamento, letargia, euforia e ansiedade (HARDING, 1983; DAVIS *et al.*, 2008).

Por esse motivo, de acordo com Hackworth *et al.* (2005), a hipóxia é uma séria preocupação para o ambiente de aviação em grandes altitudes. Já Patrão *et al.* (2013), destacam que se trata de uma situação séria não apenas para os que voam em cabines pressurizadas, mas também para aqueles que voam em aeronaves não pressurizadas, abaixo de 10.000 ft, uma vez que, como descreveram Temporal *et al.* (2005), a gravidade e a velocidade da instalação da hipóxia dependem não apenas da altitude, mas também de diversos outros fatores como a razão de subida, a duração da exposição, a temperatura do ambiente, o estado emocional do tripulante,

o nível de esforço físico realizado dentro da aeronave e, ainda, de fatores individuais influentes na resistência à hipóxia, tais como exemplo, o condicionamento físico e o tabagismo.

Dentre os efeitos preocupantes da exposição aguda à hipóxia de altitude classicamente conhecidos, segundo Scow *et al.* (1950), está a deterioração da performance psicomotora. Ernsting (1984) elencou, ainda, que entre 10.000 ft e 15.000 ft, ocorre um progressivo comprometimento do estado de alerta, da memória, da capacidade cálculo e da atenção. Além disso, Saligaut *et al.* (1981), em estudo experimental com ratos sob experimentação de hipóxia em câmara hipobárica, verificaram que os animais apresentavam importante decréscimo na resposta de fuga condicionada com estímulo sonoro e eletrificação da gaiola, bem como queda da pressão parcial de oxigênio, sem hipercapnia, no tecido cerebral, aumento do fluxo sanguíneo encefálico e, naqueles submetidos à hipóxia sem uso de droga de estimulação dopaminérgica, queda nos níveis de noradrenalina (envolvida com os processos de aprendizado, memória, atenção, alerta e humor) e dopamina (responsável pelo controle de estímulo no sistema motor).

Em consonância com esses dados, Neuhaus e Hinkelbein (2014) afirmam que o comprometimento da cognição é o maior problema da hipóxia hipobárica, afetando significativamente as capacidades de pilotagem da aeronave. Os autores destacam ainda que situações de elevação do nível de ansiedade após a exposição à hipóxia merecem atenção e relevância nos treinamentos práticos de aviação, pois reduziriam o tempo de reação dos pilotos e que o comprometimento da memória é o tipo de sintoma mais frequentemente relatado por tripulantes, seja em situações de treinamento de experimentação de hipóxia ou ocorrência de incidentes envolvendo a mesma em voo real. Isso é corroborado por Nasser *et al.* (2020) que relatam haver fortes evidências sobre o desenvolvimento de prejuízos cognitivos na exposição aguda à hipóxia em pilotos militares, sobretudo déficit de memória, incapacidade de manter a atenção, incompetência verbal, aumento do tempo de reação e alta taxa de erros na execução de tarefas de memória a curto prazo, embora seu estudo não tenha verificado diferenças significativas sobre a cognição na exposição crônica.

O que poderia explicar tais diferenças na performance do indivíduo diante de exposição aguda ou crônica é a aclimatação, fenômeno no qual o organismo compensa a privação de oxigênio através de alterações de sinais vitais e metabólicas. Contudo, Davis *et al.* (2008) frisam que, entre 10.000 ft e 15.000 ft de altitude, embora indivíduos não aclimatados possam apresentar alterações sobre a capacidade visual (i.e., diminuição na percepção de cores e prejuízo da visão noturna), a compensação cardiorrespiratória poderá mantê-los funcionais por tempo indeterminado, pois as tolerâncias individuais podem variar acentuadamente.

Ainda assim, em situação de hipóxia, há um período de tempo limitado em que um piloto é capaz de desempenhar de maneira adequada ou útil suas tarefas em voo, conhecido como Tempo Efetivo de Desempenho (TED) ou Tempo Útil de Consciência (TUC). Temporal *et al.* (2005) definem o TED/TUC como o tempo decorrido entre a perda de suprimento de oxigênio até a falha do desempenho. Portanto, não reflete o início da inconsciência propriamente dita, mas sim o período de tempo após o qual é improvável que o aviador tome medidas corretivas ou protetoras para combater a situação de hipóxia, podendo variar de acordo com a altitude; ou seja, enquanto a 18.000 ft, o TED/TUC dura em torno de 20 a 30 minutos, subindo para 25.000 ft, esse tempo passa a variar entre 3 e 5 min (DAVIS *et al.*, 2008). Outro fator que pode reduzir

em até 50% o TED/TUC é o exercício físico, ainda que moderado (TEMPORAL *et al.*, 2005), em durante a experimentação da hipóxia, devido ao aumento da demanda periférica e do consumo mais rápido de oxigênio (DAVIS *et al.*, 2008).

Em virtude da enorme variedade de sintomas causados pela falta do oxigênio, bem como do TED/TUC, a depender da altitude, Varis *et al.* (2019) relataram que o treinamento de experimentação de hipóxia para pilotos militares é mandatário ao redor do mundo. O mesmo foi explorado por Smith (2008), destacando que muitas Forças Aéreas expõem suas tripulações militares à hipóxia num ambiente de treinamento controlado para que se familiarizem com “uma constelação” de sintomas desenvolvidos com a mesma e que podem aparecer em voo. Em consonância, Neuhaus e Hinkelbein (2014) concluem que, além de extremamente importante e efetivo, o principal objetivo desse tipo de treinamento é que os pilotos, militares e civis, reconheçam o chamado “sintoma individual”. A esse respeito, Smith (2008) faz uma analogia entre a manifestação que cada pessoa tem diante da hipóxia e sua assinatura escrita – ambas são altamente individualizadas e permanecem relativamente inalteradas por muito tempo. Ainda, essa “assinatura” quando experimentada, será lembrada por muitos anos, apresentando grande correlação com a experiência de hipóxia aguda real, servindo de alerta situacional para o piloto. O rápido reconhecimento da “assinatura” é passo necessário para resolver a situação de desoxigenação do organismo, prevenir a deterioração da performance do piloto e, assim, evitar um acidente (TRISTAN, 2017).

Os treinamentos de experimentação de hipóxia podem ocorrer através de um dispositivo de respiração de oxigênio reduzido ou ROBD (do inglês, Reduced Oxygen Breathing Device) ou de uma câmara de baixa pressão ou hipobárica, passando por uma rotina de reciclagem de 03 a 05 anos, conforme protocolo adotado no país onde são realizados (HACKWORTH *et al.*, 2005; ARTINO *et al.*, 2006; ARTINO *et al.*, 2009; PATRÃO *et al.*, 2013).

No Brasil, esse tipo de treinamento faz parte do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF), oferecido pelo Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira (IMAE), da Força Aérea Brasileira (FAB). O mesmo é realizado em câmara hipobárica e está previsto para todos os aeronavegantes da FAB em atividade, a cada 05 anos. O voo simulado em câmara hipobárica ocorre em solo, pela ação de uma bomba de vácuo que induz a queda da pressão atmosférica no interior de uma câmara de aço hermeticamente fechada, o que simula a variação de altitude; ou seja, quanto mais vácuo induzido, menor é a pressão atmosférica produzida e maior a altitude simulada atingida. Dessa maneira, os aeronavegantes experimentam, em ambiente controlado, os efeitos do disbarismo (alteração da pressão atmosférica sobre o corpo humano) e da hipóxia, os quais ocorrem durante a exposição ao ambiente aeroespacial, a fim reconhecer o seu (ou seus) “sintoma individual” (BRASIL, 2017).

Outro aspecto importante a ser destacado sobre o treinamento em câmara hipobárica no Brasil é que, durante a experimentação da hipóxia, os aeronavegantes, até então recebendo suprimento de oxigênio a 100% por meio de máscaras de voo, as retiram e iniciam um teste de atenção com perguntas simples, as quais devem ser respondidas por escrito. A partir da retirada das máscaras, o médico de voo que acompanha o treinamento começa a cronometrar o tempo. A meta é que o aeronavegante, enquanto tem sua atenção e escrita voltadas para o teste, perceba seu primeiro “sintoma individual” de hipóxia (1º SIH) e, assim, imediatamente, deixe de

realizar o teste, coloque a máscara de volta no rosto e ligue o suprimento de oxigênio novamente. Quando isso ocorre, o médico encerra a cronometragem e anota numa Ficha de Informação Médica (FIME) qual foi o tempo para que o sintoma aparecesse naquele aeronavegante.

É importante destacar ainda que, na FIME, os participantes do EAF preenchem uma série de informações acerca de características pessoais (como exemplo, sexo, idade, estatura, massa corporal), Unidade Aérea onde trabalham (através da qual é possível saber que tipo de vetor voam e que missão executam), condições de saúde prévia (antecedentes de doenças ou cirurgias, validade da última inspeção de saúde, hábito de fumo ou ingestão alcoólica, horas de sono habituais e nas últimas 24 horas, atividade física) entre outros aspectos. Tais dados são analisados pelo médico de voo, a fim de determinar se há algum tipo de restrição à realização do treinamento. Uma vez que nenhum impedimento é verificado e o voo simulado iniciado, ainda no nível do mar são verificadas a Frequência Cardíaca (FC) e Saturação de Oxigênio (SatO₂) iniciais de cada aeronavegante e também computadas na FIME. Posteriormente, na iminência da hipóxia e ação de colocação da máscara, FC e SatO₂ são novamente anotadas, assim como o 1º SIH e o tempo de aparecimento do sintoma (TAS).

Entretanto, apesar da reconhecida importância para a segurança de voo e para a prevenção da queda de performance, estudos para a determinação da prevalência de “sintomas individuais” entre as mais diversas populações de pilotos e demais tripulantes, sobretudo do 1º SIH, são extremamente escassos. Isso inclui o Brasil, que apesar de realizar, desde 1951, o EAF como voos simulados em câmara hipobárica, de acordo com pesquisa realizada não há qualquer estudo que determine qual é o 1º SIH mais prevalente entre pilotos, militares ou civis, tampouco sua variação com determinadas características dessa população específica no país.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo do presente estudo será determinar o 1º SIH mais prevalente entre pilotos da FAB, bem como o TAS médio, como elementos de alerta situacional para a prevenção da queda de desempenho durante as operações aéreas.

Objetivos específicos

- Determinar o 1º SIH mais prevalente entre pilotos da FAB submetidos a voo simulado em câmara hipobárica no período compreendido entre os anos de 2015 e 2019 (05 anos), a partir de dados contidos em FIME do EAF;
- Determinar o TAS médio, a partir de dados contidos em FIME do EAF;
- Comparar o TAS e o TUC médios para as altitudes simuladas;
- Verificar a diferença média entre TAS e TUC (ΔT) nas altitudes simuladas como tempo de reação para acionamento do equipamento de suporte vital;
- Determinar a correlação entre o TAS e as variáveis idade, sexo, estatura, massa corporal, Unidade Aérea atual (aeronave voada), horas de voo acumuladas, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, antecedentes de doenças ou de cirurgias,

fumante ou não, FC (ao nível do mar e altitude simulada) e SatO₂ (ao nível do mar e altitude simulada);

- Determinar a correlação entre o 1º SIH e as variáveis idade, sexo, estatura, massa corporal, Unidade Aérea atual (aeronave voada), horas de voo acumuladas, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, antecedentes de doenças ou de cirurgias, fumante ou não, FC (ao nível do mar e altitude simulada) e SatO₂ (ao nível do mar e altitude simulada); e
- Propor a emissão de normas de preparo (NOPREP) ou avisos operacionais (AVOP) nas Unidades Aéreas da FAB, a partir das correlações estabelecidas entre o 1º SIH e o TAS com as demais variáveis, levando em consideração as especificidades operacionais de cada uma dessas Unidades, a fim estabelecer protocolos mais efetivos de prevenção à queda de desempenho operacional.

HIPÓTESES

- Existe um 1º SIH mais prevalente entre os pilotos da FAB;
- Existe um TAS médio para cada altitude da mesma maneira como ocorre com o TUC;
- Existe diferença média entre TAS e TUC (ΔT) que é o tempo de reação para acionamento do equipamento de suporte vital;
- Existe correlação entre o TAS e as variáveis idade, sexo, estatura, massa corporal, Unidade Aérea atual (aeronave voada), horas de voo acumuladas, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, antecedentes de doenças ou de cirurgias, fumante ou não, FC (ao nível do mar e altitude simulada) e SatO₂ (ao nível do mar e altitude simulada);
- Existe correlação entre o 1º SIH e as variáveis idade, sexo, estatura, massa corporal, Unidade Aérea atual (aeronave voada), horas de voo acumuladas, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, antecedentes de doenças ou de cirurgias, fumante ou não, FC (ao nível do mar e altitude simulada) e SatO₂ (ao nível do mar e altitude simulada); e
- É possível propor a emissão de normas de preparo (NOPREP) ou avisos operacionais (AVOP) nas Unidades Aéreas da FAB, a partir das correlações estabelecidas entre o 1º SIH e o TAS com as demais variáveis.

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Alagha *et al.* (2012), em estudo retrospectivo com pilotos da Força Aérea Iraniana submetidos à hipóxia em câmara hipobárica, destacam sobre a presença de estudos que evidenciam a influência de atividade física, ingestão de drogas (incluindo álcool) e outros fatores na susceptibilidade individual à hipóxia. Não por acaso, no Brasil, as informações que devem ser preenchidas na FIME antes do treinamento em câmara hipobárica relacionam-se a esses fatores. Esses autores, ainda, ao estudarem a influência da idade, verificaram correlação inversamente proporcional entre a mesma e o TAS. Ou seja, quanto maior a idade dos pilotos, menor foi o tempo para se instalar o primeiro sintoma de hipóxia. Além disso, também conseguiram

determinar quais sintomas foram os mais frequentes naquela amostra, não detectando correlação estatística significativa entre a idade e alteração do “sintoma individual”.

Já Nishimura *et al.* (2010), ao exporem 13 voluntários saudáveis à hipóxia com 15% de O₂ durante 5 horas, verificaram a diminuição do fluxo sanguíneo cerebral em estado estacionário entre a 2ª e a 5ª hora de exposição e nenhuma restauração significativa dos índices de autorregulação cerebral dinâmica. Segundo esses pesquisadores, isso sugere que a hipóxia leve sustentada reduz o fluxo sanguíneo cerebral em estado estacionário e prejudica continuamente a autorregulação cerebral dinâmica, implicando em um risco aumentado de falta de suprimento de oxigênio para o cérebro e que a circulação cerebral alterada por hipóxia poderia provocar um risco aumentado de desmaio.

Em virtude da importância da memória na pilotagem e a sensibilidade da mesma à hipóxia, Malle *et al.* (2013), compararam um grupo pilotos expostos à altitude simulada de 31.000 ft em câmara hipobárica (experimental) com outro grupo mantido ao nível do mar (controle) quanto à performance em teste de memorização. Os resultados indicam que os exercícios de memória foram fortemente prejudicados em indivíduos do grupo experimental quando comparados àqueles do grupo controle e que a hipóxia aumentou muito a taxa média de frequência de erro. Outro aspecto importante analisado foi o comportamento da saturação periférica de oxigênio e da frequência cardíaca durante a privação de oxigênio. Apesar de a performance de memorização decrescer linearmente com a hipoxemia, a leitura da SatO₂ mostrou-se um fraco preditor para os achados no teste memória, visto que as alterações da saturação durante o experimento ocorreram em descompasso com aquelas da performance. Possivelmente, segundo os autores, isso foi devido a mudanças reflexas ou decorrentes do estresse da atividade na frequência cardíaca e, ainda, por ativação parassimpática de mecano e quimiorreceptores – o chamado “efeito paradoxal do oxigênio”.

Na mesma linha, Peacock *et al.* (2017) buscaram verificar aspectos semelhantes, porém em altitude menor. Para isso, analisaram 10 pilotos e os monitoraram fisiológica e cognitivamente ao nível do solo (normóxia) e em altitude simulada de 3810 m ou 12.500 ft (hipóxia), além da performance em simulação de voo. Seus resultados demonstraram que, na análise de variância de medidas repetidas, houve correlação significativa entre condições de hipóxia a 3810 m e alterações fisiológicas e cognitivas. No entanto, na aplicação de Teste t de amostras pareadas, não se demonstrou diferenças de performance entre condições de normóxia e hipóxia. Os resultados sugerem que as deficiências associadas ao aumento da altitude foram substanciais na alteração fisiológica e cognitivas, não substancial o suficiente para afetar o desempenho em voo do piloto. Muito embora, os autores reconheçam a necessidade de evidências adicionais para tirar quaisquer conclusões adicionais e de continuar as pesquisas acerca de estressores adicionais como clima, hora do dia e rotinas de programação de voos, os quais podem estar presentes e, na medida em que aumentam, podem aumentar os riscos de prejuízos fisiológicos, cognitivos e de performance dos pilotos expostos (PEACOCK *et al.*, 2017).

Steinman *et al.* (2017) também procuraram examinar os efeitos da exposição aguda à hipóxia hipobárica sobre a performance em voo. Em estudo com 12 pilotos submetidos à simulador de voo por instrumentos instalado dentro de uma câmara hipobárica e expostos às altitudes de 300, 10.000 e 15.000 ft, esses autores verificaram que diferenças significativas na

precisão do perfil de voo executado nas três altitudes, embora a mesma não fora verificada ao comparar as duas primeiras altitudes numa análise Post Hoc. Além disso, observaram menores níveis no estado de alerta dos pilotos no início do voo a 15.000 ft comparado ao iniciado a 300 ft. Entretanto, não forneceram evidências decisivas para uma diminuição no desempenho em voo durante a exposição a altitudes simuladas de 10.000 e 15.000 ft. No entanto, a grande variação interindividual no desempenho de voo dos pilotos combinada com uma diminuição gradual nos níveis de alerta observados por esses autores coloca em questão a capacidade dos pilotos de voar com segurança em uma aeronave enquanto expostos a essas altitudes sem oxigênio suplementar.

Por outro lado, Varis *et al.* (2019) verificaram em estudo com pilotos da Força Aérea Finlandesa que, independentemente da experiência prévia, o desempenho é afetado pela hipóxia de forma similar, não havendo correlação entre o acúmulo de horas de voo e a performance do piloto em condição de privação de oxigênio. Contudo, houve correlação entre as horas de voo e o reconhecimento da hipóxia, sendo que os pilotos menos experientes reconheceram e reagiram mais rapidamente aos sintomas, possivelmente devido a treinamento prévio em câmara hipobárica, 18 meses antes. O tempo médio de exposição verificado para aparecimento dos sintomas foi de 115 s (85 – 186 s) ao final do experimento, sendo a SatO₂ média de 68% (61 – 79%). Também houve queda de performance no voo por instrumento simulado, durante o procedimento de retorno para a base, após exposição à hipóxia, além de relato de fadiga, dores de cabeça, problemas de memória e prejuízo cognitivo até 12h após a exposição (“ressaca da hipóxia”).

Segundo Bonita *et al.* (2010), os dados obtidos por meio de estudos de prevalência são úteis para avaliar as necessidades em saúde de uma população, além de fornecerem indicadores úteis de tendência quando realizados repetidamente. Assim, a determinação do tipo de “sintoma individual” que seja mais frequente entre pilotos, em nível institucional, é necessária para implementar políticas ou programas de prevenção à instalação de hipóxia e protocolos de emergência mais assertivos e direcionados à detecção precoce do sintoma mais prevalente.

Além disso, apesar de ser mencionado em algumas poucas publicações e ser aquele realmente medido durante os treinamentos de experimentação de hipóxia, o TAS não apresenta uma variação ou média estabelecida assim como o TED/TUC. Se levarmos em consideração que a familiarização do piloto com seu “sintoma individual” visa justamente a identificação precoce de instalação da hipóxia e realização de procedimentos de emergência para reestabelecer a oxigenação antes da perda da consciência útil, intuitivamente há uma diferença entre TAS e TED/TUC. Esse espaço de tempo entre ambos (ΔT), portanto, é importante em protocolos de emergência, pois compreende o espaço de tempo no qual precisaria agir para reversão da hipóxia. Entretanto, como não há uma determinação do TAS, ainda existe uma lacuna no que diz respeito à prontidão e agilidade necessária ao piloto diante dessas emergências.

METODOLOGIA

Amostra

Serão analisadas, no banco de dados do IMAE, as FIME de EAF realizados entre os anos de 2015 e 2019, totalizando intervalo de tempo de 05 anos. Esse intervalo foi definido em conformidade com o previsto na Instrução do Comando da Aeronáutica ICA 37-650 – Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (BRASIL, 2017). De acordo com esse documento, a validade do EAF é de 05 anos e, após transcorrido esse período, há necessidade de nova realização do mesmo. Assim, em teoria, a cada 05 anos todo o efetivo/população de militares aeronavegantes da FAB em atividade terá sido submetida ao treinamento de experimentação de hipóxia. Cabe esclarecer que o acesso ao referido banco de dados foi previamente autorizado pela Diretoria de Saúde da Aeronáutica (DIRSA), organização de autoridade sanitária no âmbito da FAB e à qual o IMAE está subordinado técnica e administrativamente, conforme Ofício nº 33/DEN/12996, do Diretor de Saúde ao Comandante da Universidade da Força Aérea, de 16 de dezembro de 2020.

Critérios de inclusão

Serão incluídas todas as FIME de pilotos da FAB, independentemente da aviação/perfil de voo simulado, e que tenham efetivamente retirado a máscara de oxigênio na altitude prevista e sido submetidos à hipóxia.

Critérios de exclusão

Serão excluídas todas as FIME de demais categorias de aeronavegantes sujeitos à realização de EAF (mecânicos, comissários, operadores de comunicação, controladores de tráfego aéreo, paraquedistas, médicos de voo, enfermeiros de voo etc), de aeronavegantes de demais Forças Armadas ou Auxiliares, nacionais ou estrangeiras e de pilotos da FAB que por quaisquer motivações, não tenham sido submetidos à hipóxia (i.e., sido dispensado do voo simulado ou não retirado a máscara de oxigênio a critério médico).

Coleta de dados, instrumento de pesquisa e variáveis investigadas

Os dados coletados em FIME serão tabulados em planilha de Excel. As seguintes variáveis serão investigadas: idade, sexo, estatura, massa corporal, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, antecedentes de doenças ou de cirurgias, fumante ou não, Unidade Aérea atual, TAS (em segundos), FC (ao nível do mar e em altitude simulada) e SatO₂ (ao nível do mar e altitude simulada), além do 1º SIH relatado.

Formas de análise dos resultados

Para o tratamento dos dados quantitativos coletados na pesquisa, será utilizado o programa estatístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 22.0. A distribuição

dos dados será analisada por meio do teste de Shapiro Wilk, pretendendo-se assim identificar a distribuição normal do conjunto de dados. Serão realizadas as seguintes análises estatísticas descritivas: frequência (sexo, taxa de prevalência do 1º SIH, unidade aérea atual, fumante) cálculos de média, desvio padrão, mínimo e máximo (idade, estatura, massa corporal, FC, SatO₂ e TAS). As variáveis foram correlacionadas pelo coeficiente linear de Pearson, com nível de significância de $p < 0,05$. Diferenças entre os 1º SIH, TAS, TUC, ΔT e aeronave voada serão realizadas por meio da análise múltipla de variância (MANOVA) e, quando necessário, o teste de comparações múltiplas para identificar possíveis diferenças entre os resultados, mediante a aplicação do teste de Bonferroni. O nível de significância estatístico adotado será de $p < 0,05$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAGHA, B. *et al.* Hypoxia symptoms during altitude training in professional Iranian fighter pilots. **Air Medical Journal**, v. 31, n. 1, p. 28–32, 2012.
- ARTINO, A. R.; FOLGA, R. V.; VACCHIANO, C. Normobaric hypoxia training: the effects of breathing-gas flow rate on symptoms. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 80, n. 8, p. 547–552, 2009.
- ARTINO, A. R.; FOLGA, R. V.; SWAN, B. D. Mask-on hypoxia training for tactical jet aviators: evaluation of an alternate instructional paradigm. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 77, n. 8, p. 857–863, 2006.
- BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. **Epidemiologia Básica**. 2ª ed. São Paulo: Livraria Santos, 2010.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-geral do Pessoal. **Portaria nº 2.312-T/DCP, de 16 de outubro de 2017 - Aprova a reedição do Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF), ICA 37-650**. Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, n. 182, 24 out. 2017.
- DAVIS, J. R. *et al.* **Fundamentals of Aerospace Medicine**. 4ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, 2008.
- ERNSTING, J. Mild hypoxia and use of oxygen in flight. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 55, n. 5, p. 407–410, 1984.
- HACKWORTH, C. *et al.* Altitude training experiences and perspectives: survey of 67 professional pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 76, n. 4, p. 392–394, 2005.
- HARDING, R. M.; JOHN MILLS, F. Problems of altitude, I: hypoxia and hyperventilation. **British Medical Journal**, v.286, p. 1408–1410, 1983.
- NASSER, N. S. *et al.* The objective assessment of the effects on cognition functioning among military personnel exposed to hypobaric-hypoxia: A pilot fMRI study. **Medical Journal of Malaysia**, v. 75, n. 1, p. 62–67, 2020.
- NEUHAUS, C.; HINKELBEIN, J. Cognitive responses to hypobaric hypoxia: implications for aviation training. **Psychology Research and Behavior Management**, v. 7, p. 297–302, 2014.

NISHIMURA, N. *et al.* Decreased steady-state cerebral blood flow velocity and altered dynamic cerebral autoregulation during 5-h sustained 15% O₂ hypoxia. **Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 5, p. 1154–1161, 2010.

PATRÃO, L. *et al.* Flight physiology training experiences and perspectives: survey of 117 pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 94, n. 6, p. 620–624, 2013.

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. 44–49, 2017.

SALIGAUT, C. *et al.* Hypobaric hypoxia: central catecholamine levels and cortical PO₂ and avoidance response in rats treated with apomorphine. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 52, n. 3, p. 166–170, 1981.

SCOW, J.; KRASNO, J. R.; IVY, A. C. The immediate and accumulative effect on psychomotor performance of exposure to hypoxia, high altitude and hyperventilation. **Journal of Aviation Medicine**, v. 21, n. 2, p. 79–81, 1950.

STEINMAN, Y. *et al.* Flight performance during exposure to acute hypobaric hypoxia. **Aerospace Medicine and Human Performance Journal**, v. 88, n. 8, p. 760–767, 2017.

SMITH, A. Hypoxia symptoms reported during helicopter operations below 10,000 ft: a retrospective survey. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 76, n. 8, p. 794–798, 2005.

TEMPORAL, W. *et al.* (Org.) **Medicina Aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes – Comunicação, Arte & Cultura, 2005.

TRISTAN, L. R. Hypoxia occurrence in a military aviator below 3048 m. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 88, n. 1, p. 61–64, 2017.

VARIS, N.; PARKKOLA, K. I.; LEINO, T. K. Hypoxia hangover and flight performance after normobaric hypoxia exposure in a hawk simulator. **Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal**, v. 90, n. 8, p. 720–724, 2019.

Aspectos ergonômicos na cabine do C-105 na presença da bolsa eletrônica de voo

Vanessa Charleaux - 1º Ten QOCON FIS, CGABEG/RJ
Dra. Paula Morisco de Sá Peleteiro - 1º Ten QOCON FIS, BASC/ES-SC/RJ

Palavras-chaves: Ergonomia; Aviação militar; Desempenho em voo.

CONTEXTUALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA DA PESQUISA

Uma nova demanda surgiu na aviação civil e militar com a utilização da bolsa eletrônica de voo (*Electronic Flight Bag*, EFB). Este dispositivo eletrônico substituiu manuais de papel e armazena eletronicamente documentos nas operações de voo, sendo seu uso já instituído pela Força Aérea Brasileira a partir da NOPREP/SGV 17 (BRASIL, 2017), com uso de aplicativo próprio e com seu uso rotineiro a bordo da aeronave C-105-Amazonas (BRASIL, 2020). Os principais órgãos reguladores FAA (*Federal Aviation Administration*) e ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), autorizaram o uso, porém não há registros sobre posicionamento adequado e avaliação de aspectos ergonômicos, apesar da preocupação descrita sobre fatores humanos (FAA, 2017; ANAC, 2019).

A atividade dentro da cabine de aeronaves é complexa e com execução de tarefas simultâneas como rotina. A presença de um dispositivo eletrônico portátil como a EFB, posicionado de forma inadequada, pode comprometer as áreas de alcance operacionais, campo de visão e tomada de decisão em situações de risco (SENOL, 2015; WEBER, 2017). Os riscos ergonômicos ocupacionais podem causar efeitos deletérios na saúde física e cognitiva dos pilotos, com redução da atenção e tempo de resposta, diante deste, não podem ser ignorados (TEMME *et al.*, 2010; MONTEIRO *et al.*, 2012; SENOL, 2015; WEBER, 2017). A prevenção do erro humano tem impacto direto na segurança e desempenho em voo, além de melhorar a qualidade de vida dos pilotos.

Medidas de habilidades técnicas e não técnicas são descritas na literatura como estratégia de classificação do desempenho em voo e usadas para avaliação individual do piloto na missão (WEBER, 2017), podendo servir como alternativa para descrever as associações dos diferentes posicionamentos da EFB com o desempenho em voo na cabine da aeronave C-105/ Amazonas.

OBJETIVOS

Objetivo Primário

Avaliar a associação entre o posicionamento da EFB na cabine do C-105 o desempenho de voo na cabine do C-105.

Objetivos Secundários

- Avaliar as associações entre os diferentes posicionamentos da EFB com o desempenho em voo;
- Avaliar as associações entre riscos ergonômicos, sinais e sintomas de doenças osteomioarticulares e o posicionamento da EFB;
- Identificar possíveis ajustes ergonômicos na cabine do C-105.

HIPÓTESE

O posicionamento da EFB pode influenciar no desempenho de voo?

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Verifica-se na aviação uma preocupação na busca do avanço tecnológico, focada na aquisição de novas aeronaves e no aprimoramento dos pilotos, nesse cenário surgiu uma nova tecnologia na cabine e uma demanda da FAB. Assim, a utilização do dispositivo EFB atualmente é uma rotina e a necessidade da análise da interação do instrumento com o piloto torna-se fundamental, no que se refere a ausência de fatores ergonômicos limitantes, são aspectos justificadores do estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A atividade em voo constitui uma estrutura laboral complexa, que envolve multiplicidade de aspectos, na cabine o layout deve prover a forma mais eficiente de realização das atividades de modo seguro e confortável (KASPER *et al.*, 2012). A literatura atual tem mostrado a importância da antropometria nos projetos do cockpit e na avaliação dos alcances operacionais dos pilotos, destaca-se alguns princípios na avaliação do design: o uso sincronizado de controles e visores e suas dimensões, frequência de uso de monitores, controles e capacidade visual para os pilotos, em relação as dimensões do piloto como estatura, importante na suficiência de espaço para entrar na cabine e a distância dos olhos até o painel de exibição, importante na determinação do campo de visão e o alcance determinado pela distância do ombro do piloto até os controles (SENOL, 2015).

Cabe destacar que os ajustes ergonômicos estão presentes na aviação desde a concepção de projetos de equipamentos, dimensionamento da cabine de aeronaves e seus instrumentos, antropometria, além do cuidado com o conforto e segurança da tripulação (SILVA *et al.*, 2017; STANTON, 2017). Contudo, há poucos estudos sobre desempenho do piloto em ambiente operacional, as razões podem estar relacionadas à segurança de voo, devido a inserção de muitas variáveis no ambiente de voo, as pesquisas se restringem a laboratórios ou simuladores (FOUSHEE *et al.*, 1986).

A avaliação de desempenho em voo na aviação começou a tomar proporção após discussões entre cientistas na NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), na

década de 80, no qual foi apresentado problemas relacionados a acidentes ocorrido devido a erro humano e desempenho insuficiente do piloto, a partir desse evento a indústria da aviação agiu rapidamente e criou o “*crew resource management*”- CRM (gerenciamento de recurso da tripulação), definido como um curso para ampliar as técnicas de segurança e prevenção de acidentes, diante disso algumas ações foram priorizadas como a avaliação do comportamento individual, da tripulação e também da equipe fora da cabine (SALAS, 2001).

Estudos enfatizaram a importância da doutrina de capacitação em CRM, foram criados alguns instrumentos de avaliação do desempenho em voo, as mais aplicadas na aviação civil e militar são LOSA, NOTECHS e MAPP, e envolvem uma separação entre habilidades técnicas, e não técnicas (WEBER, 2017). A NASA concluiu que a maioria dos desastres de aviação foram associados às chamadas habilidades não técnicas, como tomada de decisões e conscientização situacional (HELMREICH *et al.*, 1994).

Os Instrumentos mais utilizados e discutidos na literatura para classificar desempenho de voo no ambiente na aviação civil e militar são LOSA, NOTECHS e MAPP (WEBER, 2017). A LOSA (Auditoria de Segurança de operações de linha), visa avaliar desempenho organizacional, focando na gestão de ameaças e erros de pilotos, identificando pontos fracos e fortes (KLEINECT *et al.*, 2003). NOTECHS avalia habilidades não técnicas dos pilotos, modelo de avaliação genérica, envolve quatro categorias: cooperação, habilidade de liderança e gerenciamento, conscientização da situação e tomada de decisões (FLIN *et al.*, 2003). E a MAPP avalia habilidades técnicas, como conhecimento da aviação e voo dentro das tolerâncias e não técnicas, como consciência situacional, decisão e riscos, gestão e comunicação (MAVIN *et al.*, 2013; MAVIN, 2010; WEBER, 2017). MAPP é o instrumento mais avançado, reflete o desempenho na cabine de comando (WEBER, 2017).

A utilização da “*electronic flight bag*”- EFB na aviação civil e militar, fez surgir a necessidade de estabelecer critérios e normas para o adequado posicionamento desta na cabine da aeronave, com intuito de manter ou, ainda, aperfeiçoar o desempenho e segurança em voo (CHANDRA, 2003). Na Força Aérea Brasileira a EFB foi autorizada através da NOPREP/SGV 17 (BRASIL, 2017), com o uso de informação aeronáutica em formato digital, substituindo volumosos manuais de papel e posteriormente desenvolvido seu aplicativo próprio chamado FPL BR-EFB (BRASIL, 2020).

As EFBs representam dispositivos eletrônicos de baixo custo, com capacidade de gerenciamento de informações, que auxiliam os pilotos na condução dos voos de forma mais eficiente, são usados para calcular o desempenho de voo, visualizar documentos como manuais de operações aéreas e cartas de navegação, além de outras vantagens como redução de impacto ambiental e da carga de trabalho (CHANDRA, 2003).

Nos dados já descritos na literatura, a FAA, órgão governamental dos Estados Unidos que normatiza a aviação no país, foi responsável pela regulamentação das EFBs para instalação e uso em aeronaves (FAA, 2017). No Brasil, a ANAC normatizou o uso da nova tecnologia no âmbito nacional, através da Portaria nº 1824/SPO, de 14 de junho de 2019 (ANAC, 2019). Para ambos, a relação instrumento x homem ainda permanece como motivo de preocupação, visto que este pode servir como distrator visual e auditivo (CHANDRA, 2003). Não há critérios

descritos sobre o posicionamento adequado do instrumento para garantia da operação e segurança em voo (FAA, 2017; BRASIL, 2017).

Em um estudo em ambiente simulado de voo, com 26 pilotos americanos de transporte com média de 3.700 horas de voo, pesquisadores analisam o comportamento do piloto em um novo conceito de cabine com a EFB fixa lateralmente e um outro dispositivo eletrônico não certificado fixado frontalmente, a informação das telas era espelhada, porém alguns pilotos não perceberam durante a missão, alguns pilotos interagiram mais com o dispositivo lateral devido ao alcance mais fácil e outros usaram o frontal, apesar da distância de alcance ser maior, outros pilotos usaram os dois dispositivos e ainda outros só utilizaram o frontal, assim sugeriram que interação com toque na exibição deve ser cuidadosamente avaliado, já que o alcance funcional frontal estava fora da área de alcance (YEH *et al.*, 2019).

Em relação a segurança na aviação, estudos publicados nos últimos anos revelam uma intrínseca relação entre fadiga e segurança dos pilotos, os fatores associados a desregulação do ritmo circadiano, devido ao trabalho em horários irregulares e turnos alternados podem causar irritação e falta de concentração, que podem interferir na capacidade de julgamento do piloto e comprometer a segurança de voo, já que o trabalho exige alto grau de atenção, são considerados riscos ergonômicos no campo cognitivo. (MONTEIRO *et al.*, 2012; ARMENTROUT *et al.*, 2006). A fadiga física e mental são os principais motivos de acidentes de voo na aviação civil (ARMENTROUT *et al.*, 2006).

Cabe ressaltar que os riscos ocupacionais na aviação podem estar relacionados a aspectos físicos como: ruído, vibração, pressão atmosférica, eletricidade estática, iluminação, baixa umidade e postura sentada prolongada, entre os riscos cognitivos conhecidos estão a disritmia circadiana, jornadas prolongadas, trabalho em turnos, vivência de momentos de monotonia durante a fase de cruzeiro principalmente (LOTARIO, 1998; NICHOLAS *et al.*, 2001; MONTEIRO *et al.*, 2012).

Embora as vezes minimizado, a dor nas costas é o sintoma mais comum apontado pelos aviadores militares de todas as plataformas de aviação, sugerindo algumas causas potenciais como : postura inadequada assumida por longos períodos leva ao espasmo da musculatura espinhal, vibração de corpo inteiro, assentos inadequados, porém outros fatores podem estar relacionados: condicionamento físico, obesidade, tabagismo, idade, histórico de lesões, atividades de lazer, estresse e carga de trabalho (BONGERS *et al.*, 1990; KELLEY *et al.*, 2017).

Na literatura há um outro fator de preocupação na aviação que podem degradar o desempenho em voo é a hipóxia, pois os indivíduos enfrentam o trabalho sob condição de oxigênio reduzido, quando exposto a altas altitudes, estudos relatam que a partir de 10.000 pés os sintomas podem aumentar e são descritos em cinco categorias : efeitos gerais (tontura, cansaço, dor de cabeça), cognitivo (memória, confusão e capacidade de cálculo), psicomotor (destreza, capacidade de comunicação), visual (impacto na visão periférica e acuidade) e comportamentais (impacto no humor e na personalidade) (TEMME *et. al.*, 2010; BOUAK *et al.*, 2018).

Em um estudo com 14 pilotos instrutores experientes, foram expostos em simulador com hipóxia induzida por dispositivo respiratório, submetidos a uma tarefa de voo lenta, com altitude

e velocidade constante, o desempenho de voo foi analisado e não sofreu alteração em altitudes baixas, porém quando a altitude estava em 18.000 pés o desempenho sofreu degradação. (TEMME *et al.*, 2010).

O bimotor turbohélice C-105 Amazonas foi desenvolvido para o transporte. É capaz de realizar missões de transporte tático e logístico, lançamento de paraquedistas e evacuação médica. Devido à versatilidade também é possível realizar missões de busca e salvamento, além de oferecer apoio aos pelotões de fronteira do Exército Brasileiro na região Amazônica (FAB, 2017). A FAB conta com 11 aeronaves C-105, simulador de voo de alta tecnologia e, aproximadamente, 51 pilotos capacitados para empregar o avião. O simulador de voo da aeronave C-105 Amazonas, foi homologado como Classe D pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), significa que o equipamento é capaz de reproduzir 100% do voo real (FAB, 2017).

Avaliar o adequado posicionamento da EFB na cabine do C-105 e sua relação com o desempenho em voo, pode aprimorar a execução das operações e oferecer melhor gestão de pessoas e instrumentos.

METODOLOGIA

Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo transversal descritivo.

Submissão ao Comitê de Ética

A referida pesquisa obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital da Força Aérea de São Paulo (CAAE 40149320.9.0000.8928; Parecer: 4.431.506 de 01/12/2020).

População e Amostra

A amostra será composta de pilotos que realizam treinamento no simulador da aeronave C-105, do esquadrão 1º/09ºGAV, localizado em Manaus.

Procedimentos e Instrumentos da Coleta de Dados

Para a realização da avaliação do adequado posicionamento da bolsa eletrônica de voo na cabine do C-105 e sua relação com o desempenho em voo serão aplicados alguns instrumentos de avaliação:

- Questionário sociodemográfico: será aplicado pelo avaliador um questionário para obter informações demográficas, contendo as variáveis: idade, peso, altura e experiência baseada nas horas de voo.
- Avaliação subjetiva de desconforto postural e intensidade: será aplicado pelo avaliador o diagrama de Corlett, consiste em uma ferramenta semiquantitativa de avaliação do desconforto postural por meio de um mapa de regiões corporais, onde se encontra uma

figura de corpo todo dividido em região corporal direita e esquerda. No diagrama de Corlett o voluntário informa o local e o nível de seu desconforto, dentre 5 níveis disponíveis, são eles: (1) nenhuma dor/desconforto, (2) alguma dor desconforto, (3) moderada dor/desconforto, (4) bastante dor/desconforto e (5) extrema dor/desconforto após a jornada de trabalho.

- Avaliação ergonômica do trabalho: a análise da tarefa e das atividades no simulador serão determinadas por uma missão simulada com a utilização da EFB, serão avaliadas através da filmagem qualitativa e observação direta no simulador sob a ótica das medidas antropométricas. A câmera utilizada será posicionada frontalmente e os dados serão avaliados através do software Kinovea®, versão 0.815.
- Avaliação do desempenho de voo em missão simulada: o cenário experimental será projetado para avaliar o desempenho dos pilotos com a utilização da EFB em três diferentes posicionamentos na cabine: na janela, nas pernas, na mão e no manche. Para cada missão simulada, será avaliado somente o piloto, o co-piloto não será analisado.

O design do cenário será planejado a partir de influências de padrões de eventos frequentemente visto na rotina dos pilotos e baseado em estratégias de avaliação de desempenho descritas em estudos anteriores. A missão simulada será elaborada pelos instrutores do simulador, que será abordado fases críticas do voo, problemas mecânicos menores complicados por problemas ambientais, no qual a EFB será utilizada. Durante o término da missão será aplicado dois instrumentos de avaliação de desempenho de voo geral para cada piloto.

O primeiro instrumento será o MAPP “Modelo de avaliação de desempenho em pilotos”, desenvolvida por (MAVIN, 2010) envolve as categorias de habilidades técnicas (conhecimento de aviação e voo dentro das tolerâncias) e habilidades não técnicas (consciência situacional, riscos, gerenciamento e comunicação), o formulário fornece descrições detalhadas de desempenho para cada uma das pontuações. O segundo instrumento será um formulário elaborado pelos estudos da NASA, cujo autores foram (FOUSHEE et. al.,1986), serão oito categorias classificadas pelas fases do voo relevantes para o cenário do teste. As fases analisadas serão: pré voo, taxi, subida, cruzeiro, aproximação, procedimento de emergência, cruzeiro alternativo e pouso.

As categorias dos dois instrumentos serão classificadas pela Escala de Likert, pontuada de um a cinco ponto da seguinte forma: 1 (desempenho abaixo da média), 2 (desempenho pouco abaixo da média), 3 (desempenho na média), 4 (desempenho acima da média) e 5(desempenho acima da média). Os avaliadores são pilotos instrutores e experientes na aeronave C-105, serão instruídos a preencher as escalas conforme as respostas observadas na simulação da missão.

Análise de Dados

Na análise será empregada a estatística descritiva, com os dados qualitativos nominais e ordinais calculados em termos de frequências e percentuais. Para as variáveis quantitativas serão calculados a média e o desvio padrão. Serão avaliadas as correlações entre desempenho em voo e posicionamento da EFB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto permitirá avaliar a interação do novo dispositivo- EFB com os pilotos e através da análise ergonômica, sugerir o melhor posicionamento e localização dentro da cabine da aeronave C-105, podendo melhorar o desempenho e a segurança de voo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. **Instrução suplementar IS 91-002** – uso de informação aeronáutica em formato digital – Eletronic Flight Bag (EFB). Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-91-002>. Acesso em: 14 ago. 2020.

ARMENTROUT, J. J. *et al.* Fatigue and related human factors in the near crash of a large military aircraft. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**. v. 77, n. 9, p. 963-970, 2006.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. **Utilização de informação aeronáutica em formato digital (EFB -Electronic flight bag) por tripulações do COMPREP**. Brasília: NOPRPE/SGV, 2017.

BRASIL, Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **FAB lança um novo módulo gratuito do aplicativo FPL-BR para consulta de informações aeronáuticas**. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=fab-lanca-um-novo-modulo-gratuito-do-aplicativo-fpl-br-para-consulta-de-informacoes-aeronauticas>. Acesso em: 14 ago. 2020.

BONGERS, P. M. *et al.* Back pain and exposure to whole body vibration in helicopter pilots. **Ergonomics**, v. 33, n. 8, p. 1007-1026,1990.

BOUAK, F. *et al.* Acute mild hypoxic hypoxia effects on cognitive and simulated aircraft pilot performance. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 89, n. 6, p.5 26-535, 2018.

CHANDRA, D.; YEH, M. **Human factors considerations in the design and evaluation of electronic flight bags (EFBs)**: Version 2. United States. Federal Aviation Administration, 2003.

CORLETT, E. N.; MANENICA, I. The effects and measurement of working postures. **Applied Ergonomics**, v. 11, n. 1, p. 7-16, 1980.

COWINGS, P.S. *et al.* Autogenic feedback training exercise and pilot performance: enhanced functioning under search-and-rescue flying conditions. **International Journal of Aviation Psychology**, v. 11, n. 3, p. 303-315, 2001.

FAA. Federal Aviation Administration. **AC Nº 120-76D: Guidelines for the Certification, Airworthiness, and Operational Use of Electronic Flight Bags**. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-76D.pdf>. Acesso em: 14 ago 2020.

FOUSHEE, H. *et al.* **Crew factors in flight operations III. The operational significance of exposure to short-haul air transport operations**. NASA TM–88322. Springfield: National Technical Information Service, 1986.

- FLIN, R. L. *et al.* Development of the NOTECHS (Non-technical Skills) System for Assessing Pilots' CRM Skills. **Human Factors and Aerospace Safety**, v. 3, n. 2, p. 95-117, 2003.
- HELMREICH, R. *et al.* **The NASA/University of Texas/ FAA Line/LOS Checklist: A behavioural marker based checklist for CRM Skills Assessment (Technical Report 94-02)**. Austin: NASA/University of Texas/Federal Aviation Administration, 1994.
- KASPER, A. A.; LOCH, M. V. P.; PEREIRA, V. L. D. Análise ergonômica do trabalho em um posto de trabalho com ênfase na aplicação do Método OWAS. In: II Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção - Gestão do Conhecimento nas Engenharias, 2012, Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPPO, 2012. s/p. Disponível em: < <http://www.aprepro.org.br/conbrepro/2012/anais/artigos/erg/4.pdf> >. Acesso em: 14 ago. 2020.
- KELLEY, A. M. *et al.* Reported back pain in army aircrew in relation to airframe, gender, age, and experience. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 1; n. 88, p. 96-103, 2017.
- KLINECT, J. R. *et al.* Line Operations Safety Audit (LOSA): definition and operating characteristics. In: **Proceedings of the 12th International Symposium on Aviation Psychology**. 2003. Dayton: Ohio State University, 2003. p. 663-668.
- LOTERIO, C. P. **Percepção de comandantes de Boeing 767 da aviação civil brasileira, sobre as repercussões das condições de trabalho na sua saúde**. 1998. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1998.
- MAVIN, T. J. **Mapping pilot assessment: a new model for assessing pilot performance for captaincy**. Brisbane: Griffith University Press, 2013.
- MAVIN, T. J.; DALL'ALBA, G. A model for integrating technical skills and nts in assessing pilots performance. In: **9th International Symposium of the Australian Aviation Psychology Association**, Sydney. Anais... Sydney: AAPA, 2010. p. 18-22.
- MONTEIRO, T. P. *et al.* Ergonomic work analysis of airbus pilots job in Brazil. **Work**. v. 41, n. 1, p. 5905-5911, 2012.
- NICHOLAS, J. S. *et al.* Health among commercial airline pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 72, n. 9, p. 821-826, 2001.
- SALAS, E.; BURKE, C.S.; BOWERS, C.A.; WILSON, K.A. Team training in the skies: does crew resource management (CRM) training work? **Human Factors**, v. 43, n. 4, p. 641-74. 2001.
- SILVA, G. V.; HALPERN, M.; GORDON, C. C. Anthropometry of Brazilian Air Force pilots. **Ergonomics**, v. 60, n. 10, p. 1445-1457, 2017.
- STANTON, N.A.; LI, W-C.; HARRIS, D. Ergonomics and human factors in aviation. **Ergonomics**, v. 62, n. 2 p. 131-137, 2019.
- ŞENOL, M. B. Anthropometric evaluation of cockpit designs. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomic**, v. 22, n. 2, p. 246-256, 2015.

TEMME, L. A.; STILL, D. L.; ACROMITE, M. T. Hypoxia and flight performance of military instructor pilots in a flight simulator. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 81, n. 7, p. 654-659, 2010.

YEH, M.; JAWORSKI, J.; CHASE, S. Pilot Perceptions on the Integration of Electronic Flight Bag Information in New Flight Deck Designs. In: Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting. **Sage**. CA: Los Angeles, p. 91-95, 2019.

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.

Fatores de risco e estratégias de prevenção para lesões associadas ao carregamento de carga: uma revisão sistemática

Carolina Alves Mizuno - 1º Ten (Md), PNN/RJ
Dra. Priscila dos Santos Bunn - CT(S), CEFAN/RJ

Palavras-chaves: Militares; Carregamento de carga; Lesões.

INTRODUÇÃO

As operações militares frequentemente são realizadas com o carregamento de grande quantidade de carga, especialmente em ambientes hostis e imprevisíveis, passando pelos mais variados tipos de clima e de terrenos (ORR *et al.*, 2014; ORR; POPE, 2015), cujo acesso não é realizado por veículos automotivos. Logo, é necessário que o militar realize o percurso de longas distâncias de marcha a pé carregando grande volume de itens essenciais para o combate e sua sobrevivência. Apesar das mudanças na natureza da guerra ao longo do tempo, e mesmo com o desenvolvimento de equipamentos tecnológicos e armamentos modernos, não se nota influência positiva para a redução de carregamento de carga (KNAPIK; REYNOLDS; HARMAN, 2004; ORR; POPE, 2015).

Ao contrário do que se esperaria, a história das guerras mostram um aumento da carga que os militares carregam em suas operações (KNAPIK; REYNOLDS; HARMAN, 2004; NINDL *et al.*, 2013; ORR; POPE, 2015). Cada vez mais o carregamento de carga impõem uma maior sobrecarga fisiológica (maior consumo de oxigênio) e biomecânica (aumento no estresse ao sistema musculoesquelético) aos militares. Desta forma, há um potencial risco de lesões musculoesqueléticas geradas pelo carregamento de carga, as quais são importantes causas de comprometimento da capacidade operacional militar (ECKARD *et al.*, 2018; ORR *et al.*, 2014).

As lesões musculoesqueléticas associadas ao carregamento de carga podem afetar negativamente a mobilidade do militar, sua segurança; e a eficácia de uma Organização Militar (OM) inteira (KNAPIK; REYNOLDS; HARMAN, 2004; NINDL *et al.*, 2013; ORR; POPE, 2015). Ao analisar apenas as consequências individuais, para o militar, observa-se redução no desempenho de tarefas táticas, na capacidade de sustentação de força (aumento da fadiga) (MOLLOY, 2016), e nas habilidades operacionais (redução da agilidade) (JOSEPH *et al.*, 2018; NINDL *et al.*, 2013; ORR *et al.*, 2014). Em relação a análise dessas consequências sobre a OM, o impacto maior é notado no desempenho operacional do grupamento e na redução da eficácia de combate da unidade (KNAPIK *et al.*, 2012; ORR *et al.*, 2014; SCHWARTZ *et al.*, 2014), o que pode influenciar de forma direta e decisiva no sucesso da missão.

As lesões musculoesqueléticas são responsáveis pela maior parcela de afastamentos médicos e licenças para tratamento de saúde durante as operações e treinamentos de combate (NINDL *et al.*, 2013; ORR *et al.*, 2014; SCHWARTZ *et al.*, 2014). As regiões mais afetadas são: pé, tornozelo, joelho, região lombar, e ombro (KNAPIK; REYNOLDS; HARMAN, 2004; NINDL *et al.*, 2013; ORR *et al.*, 2014; SCHWARTZ *et al.*, 2014); sendo os tipos mais associados ao

carregamento de carga as bolhas plantares, lombalgia, gonalgia, fraturas por estresse, metatarsalgia, distensão, estiramento, tendinite, e paralisia do plexo braquial (KNAPIK *et al.*, 1992; KNAPIK; REYNOLDS; HARMAN, 2004; NINDL *et al.*, 2013).

Reynolds e colaboradores (1999) demonstraram em seu estudo que após completar 161 quilômetros de marcha a pé, carregando aproximadamente 47 quilogramas de carga externa, trinta e seis por cento dos militares apresentaram ao menos um tipo de lesão musculoesquelética (desses trinta e cinco por cento receberam ao menos um dia de restrições de serviço); e oito por cento dos militares foram afastados e não conseguiram completar o percurso devido as lesões sofridas.

Ao observar os efeitos gerados pelas lesões musculoesqueléticas causadas pelo carregamento de carga sobre o desempenho das tarefas do militar, nota-se a importância que existe em propor medidas que ajudem a aumentar seu o nível operacional e minimizar o risco de lesões (KNAPIK *et al.*, 2012; ORR *et al.*, 2015; ORR; POPE, 2015). Estudos prévios apontam alguns fatores de risco diretamente relacionados ao carregamento de carga e que reduzem a prontidão militar, enquanto outros estudos apresentam medidas para a prevenção de lesões em atividades militares que envolvam o carregamento de carga (DE NORONHA *et al.*, 2006; KNAPIK *et al.*, 2012; ORR *et al.*, 2015; ORR; POPE, 2015).

No Brasil, os militares são frequentemente selecionados a partir da população em geral, possuindo diferentes níveis de idade, padrões antropométricos, níveis de aptidão física, dentre outras variáveis biopsicossociais distintas. Ao entrarem para as Forças Armadas esses militares são treinados e exigidos a apresentar elevado potencial de condicionamento físico. O aumento súbito da carga ao qual os militares, em especial de área operativa, são submetidos (incluindo atividades de carregamento de carga e treinamento físico) pode acarretar em sobretreinamento e eventuais lesões (ORR; POPE, 2015; ROSS; ALLSOPP, 2002). A literatura científica aponta que fatores como o aumento da idade, ser do sexo feminino, maior massa corporal (em especial quando relacionada a maior porcentagem de gordura corporal), realização de longos treinamentos de força, longos percursos de marcha a pé, aumento do peso de carga externa, dentre outros fatores; associam-se a maior ocorrência de lesões nos militares (BLACKER *et al.*, 2008; REYNOLDS *et al.*, 1999; ROY *et al.*, 2012).

Considerando-se os estudos realizados sobre os fatores de risco relacionados as lesões musculoesqueléticas e a associação direta que existe entre o carregamento de carga e o aumento do índice de lesões, conforme demonstrado, surge a necessidade de buscar medidas de prevenção de lesões musculoesqueléticas associadas ao carregamento de carga. Uma das medidas de prevenção que tem sido adotada com sucesso são os programas de treinamento físico direcionados a atividade do militar, envolvendo uma combinação de treinamento aeróbico e de treinamento de resistência (KNAPIK *et al.*, 2012; ORR *et al.*, 2014). Os treinos de equilíbrio e de propriocepção são apontados como potenciais redutores do risco de lesões musculoesqueléticas associadas ao carregamento de carga DE NORONHA *et al.*, 2006; KNAPIK *et al.*, 2012).

A melhoria da higiene física, com aumento no desempenho do carregamento de carga, constitui uma grande aliada a prevenção de lesões, bem como uma componente vital para a operacionalidade do militar combatente uma vez que níveis mais elevados de condicionamento

físico estão associados a um melhor desempenho das atividades táticas e operacionais militares (ORR; POPE, 2015).

Dada a diversidade de programas de prevenção de lesões associadas ao carregamento de carga, o presente estudo propõe-se a investigar os fatores de risco e as estratégias de prevenção para lesões musculoesqueléticas associadas ao carregamento de carga em militares operativos, por meio de uma revisão sistemática da literatura.

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Ao investigar os fatores de risco de lesões musculoesqueléticas em atividades militares que envolvam o carregamento de carga, deve-se considerar as necessidades particulares dos militares na execução de sua missão e buscar formas de mitigar os fatores que gerem danos ao militar, ao seu desempenho, e ao sucesso da missão.

As estratégias de prevenção de lesões musculoesqueléticas que mostrem mais benefícios do que prejuízos devem ser encorajadas; as intervenções cujos resultados sejam duvidosos devem ser mais bem estudadas; enquanto aquelas que causam mais danos do que benefícios merecem ser descartadas.

CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente revisão sistemática foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) com número CRD42020197586 e será redigida de acordo com as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (The PRISMA Group, 2009). A questão a ser respondida foi claramente formulada, sendo uma pergunta factível de ser respondida, relevante, com vários estudos primários sobre o assunto já publicados.

Os termos e descritores foram decididos a priori. Foram utilizados os termos “carregamento de carga”, “lesões” e “militares” e seus respectivos sinônimos contendo termos do vocabulário controlado do Medical Subject Headings (MeSH), além de termos obtidos de outros estudos. Posteriormente, realizou-se uma busca em oito bases de dados, no dia dezoito de agosto de dois mil e vinte: CINAHL, COCHRANE, EMBASE, LILACS, MEDLINE, SCOPUS, SPORTDISCUS, WEB OF SCIENCE. A frase de busca foi obtida utilizando os operadores booleanos "AND" entre os descritores e "OR" entre os sinônimos. Não foram utilizados filtros para idioma ou ano de publicação.

Utilizou-se o seguinte critério de elegibilidade dos estudos: estudos observacionais que avaliaram a associação entre o carregamento de carga (fator de exposição) e a incidência de lesões musculoesqueléticas (desfecho) em militares da área operativa, ou estudos experimentais que investigaram os efeitos das estratégias de prevenção de lesões (fator de intervenção) na incidência de lesões musculoesqueléticas (desfecho) em militares.

Para a realização da presente revisão faz-se o uso dos métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas primárias relevantes, e coletar e analisar dados de estudos incluídos. Os resultados das buscas nas bases de dados, após

retirada das duplicatas, foram consolidados e exportados para um arquivo único com formato “ris” para a plataforma *Rayyan*, disponível gratuitamente no endereço <https://rayyan.qcri.org/>. Após uma nova triagem por títulos duplicados. Dois avaliadores selecionaram os títulos e resumos de forma independente.

Posteriormente, os mesmos avaliadores analisaram textos completos dos títulos elegíveis. Foram registrados estudos excluídos e os motivos das exclusões. Os autores classificaram os estudos como “incluído”, “excluído” ou “dúvida”. Os casos discordantes e duvidosos foram sanados após reunião de consenso. Eventualmente, realizou-se contato com alguns autores de estudos para solicitar informações mais detalhadas da publicação, e uma melhor tomada de decisão para inclusão ou exclusão do estudo.

A extração dos dados também será realizada de forma pareada e independente, de modo que os estudos primários e dados extraídos relacionem-se diretamente com a pergunta formulada. A extração dos dados dos estudos incluídos será realizada reunindo-se as informações relevantes sobre: os dados dos estudos; o perfil e tamanho da amostra; as características relacionadas ao carregamento de carga (atividade e peso carregado); os fatores de risco associados ao carregamento de carga e interligados as lesões musculoesqueléticas; as características relacionadas as estratégias de prevenção de lesão; e características relacionadas as lesões musculoesqueléticas.

Para a avaliação crítica da qualidade metodológica dos estudos observacionais selecionados, será utilizada a ferramenta de Avaliação da Qualidade dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) para estudos observacionais de coorte e transversais (Disponível em: <https://nhlbi.nih.gov/health-topics/study-quality-assessment-tools>). Os estudos experimentais incluídos terão sua qualidade metodológica avaliada pela Escala PEDro de avaliação metodológica e pela Escala de Risco de Viés da Cochrane (R.O.B 2.0).

Inicialmente será calculado o índice de concordância Kappa entre os resultados das seleções dos estudos pelos dois avaliadores. Com relação a análise dos dados dos estudos incluídos na revisão, será realizada uma síntese estatística dos resultados dos estudos por meio de metanálise. O agrupamento dos estudos selecionados para metanálise será baseado na semelhança entre eles. Serão realizadas duas análises: a primeira, comparando as incidências de lesões nos grupos expostos e não expostos a fatores de risco associados a lesões durante o carregamento de carga; e a segunda comparando a incidência de lesões entre os grupos que realizaram estratégias de prevenção e o grupo controle, categorizado pelo tipo de intervenção.

O programa RevMan5.3, disponível gratuitamente no endereço <http://community.cochrane.org/tools/review-production-tools/revman-5>, será usado para desenvolver os Forest plots. Para diferentes fatores de risco e estratégias de prevenção. Serão utilizados os seguintes parâmetros para a análise: variável dicotômica, método estatístico de Mantel- Haenszel, modelo de análise de efeitos aleatórios (para heterogeneidade significativa) e modelo de análise de efeito fixo (para heterogeneidade por acaso) (MOOLA *et al.*, 2015). Será utilizada como medida de efeito o risco relativo (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% para estudos e metanálises. Análises de subgrupo serão realizadas com o intuito de investigar o impacto das definições de lesões e períodos de seguimento adotados pelos estudos. O software StatsDirect (versão 3) será utilizado para desenvolver os Funnel plots e análise quantitativa de

viés de publicação pelo Teste Begg e Correlação de Mazumbar e estatística Kendall com correção de continuidade Tau. O nível de significância adotado foi $P \leq 0,05$ (PAGE; HIGGINS; STERNE, 2020).

A certeza de evidência e a força de recomendação da metanálise serão analisados pelo *Grading of Recommendations Assessment Development and Evaluations* (GRADE) por dois avaliadores de forma independente. A certeza será classificada como alta, moderada, baixa e muito baixa certeza através do site GRADE PRO (Disponível em: <https://grade.pro.org>). Os resultados experimentais e observacionais começarão com uma alta e baixa certeza da evidência, respectivamente. Cinco aspectos podem diminuir a certeza da evidência: Risco de viés, inconsistência de resultados, indirectness (evidência indireta) e outros fatores (por exemplo, viés de publicação). Três aspectos podem aumentar a certeza da evidência: tamanho do efeito, gradiente dose-resposta e fatores de confusão. Para cada aspecto que atendeu ao critério, a certeza será aumentada em um nível, se o critério não foi atendido a certeza será diminuída em um nível. Eventuais discordâncias serão resolvidas por meio de uma reunião de consenso.

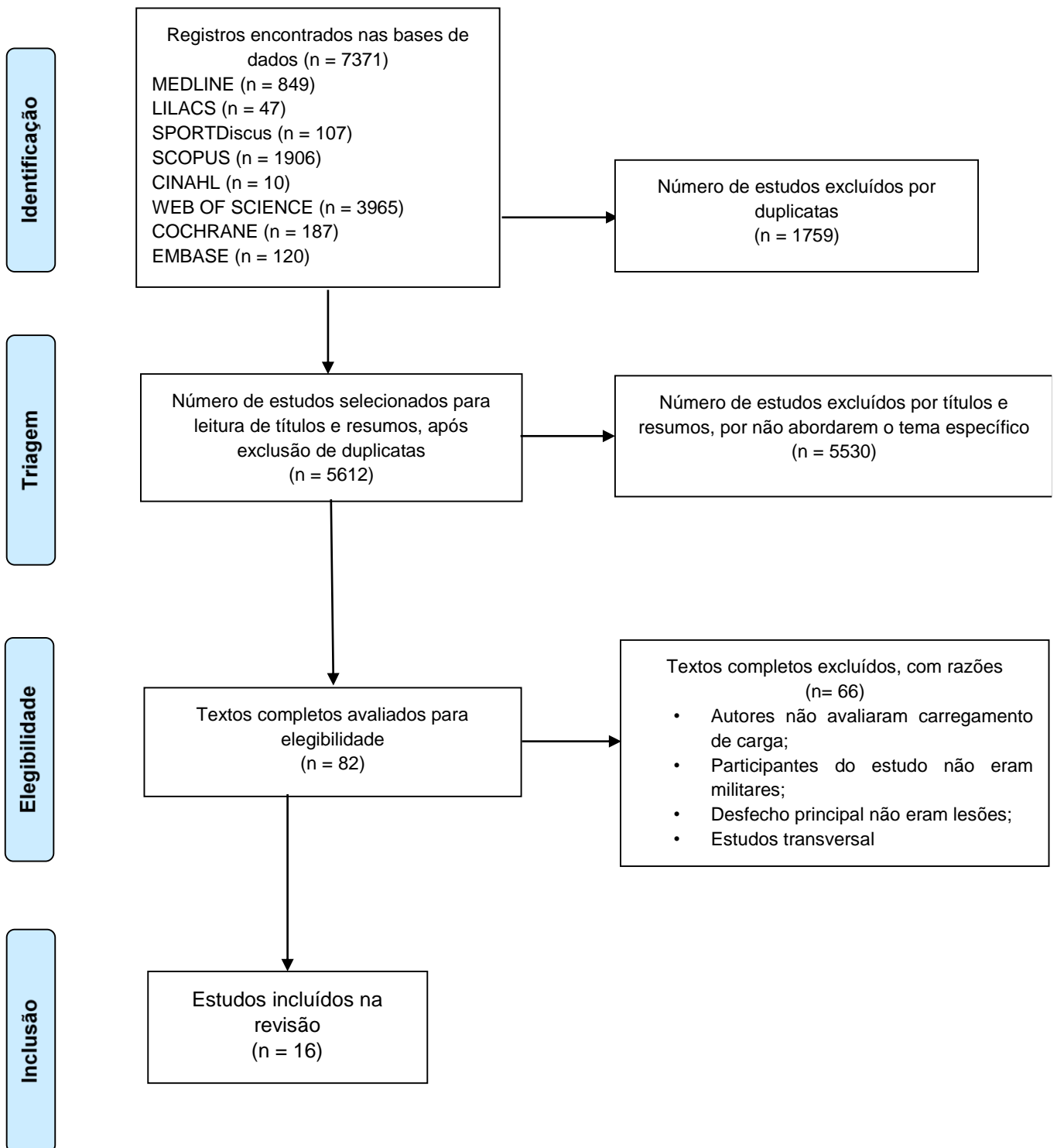
RESULTADOS PRELIMINARES

Um total de 7.371 registros foi encontrado nas bases de dados. Após remover 1.759 títulos duplicados, realizou-se uma leitura cuidadosa de todos os títulos e resumos dos 5.612 estudos restantes. Um total de 82 estudos inicialmente elegíveis tiveram seus textos completos analisados. Foi selecionado um total de 16 estudos (Fluxograma 1).

Além de pesquisar as bases de dados eletrônicas, está sendo realizada uma pesquisa nas diversas listas de referências de artigos, como um esforço para obter estudos adicionais elegíveis.

A extração das características dos estudos incluídos está sendo realizada de forma pareada e independente, com organização das informações em forma tabular, com auxílio do programa editor de planilhas Microsoft Excel (Quadro 1).

Fluxograma 1- Diagrama de fluxo dos estudos incluídos



Fonte: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009).

Quadro 1- Fatores de risco e estratégias de prevenção investigados nos estudos

AUTOR/ANO	TÍTULO	FATORES DE RISCO ou ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO
ORR <i>et al.</i> , 2015	Reported load carriage injuries of the Australian army soldiers	Sexo
ROY <i>et al.</i> , 2015	A description of injuries in men and women while serving in Afghanistan	Sexo Condicionamento físico
MÄKELA <i>et al.</i> , 2006	Brachial plexus lesions after Backpack carriage in Young adults	Condicionamento físico
SCHUH-RENNER <i>et al.</i> , 2017	Risk factors for injury associated with low, moderate, and high mileage road marching in a U.S army infantry brigade	Distância de marcha Peso carregado superior a 25% do índice de massa corporal
STEIN <i>et al.</i> , 1989	Marcher's digitalgia paresthetica among recruits	Tipo de calçados
KIM <i>et al.</i> , 2016	Incidence and risk factors for backpack palsy in Young Korean soldiers	Índice de massa corporal
KNAPIK <i>et al.</i> , 1992	Injuries associated with strenuous Road marching	Duração do carregamento de carga Marcha
ROY <i>et al.</i> , 2016	Heavy loads and lifting are risk factors for musculoskeletal injuries in deployed female soldiers	Peso Duração do carregamento de carga
KONITZER <i>et al.</i> , 2008	Association between back, neck, and upper extremity musculoskeletal pain and the individual body armor	<i>Deployment</i>
ROY <i>et al.</i> , 2012	Lifting tasks are associated with injuries during the Early portion of a deployment to Afghanistan	Idade Sexo Peso Tempo de missão
ORR; POPE, 2016	Gender differences in load carriage injuries of Australian army soldiers	Sexo
REYNOLDS <i>et al.</i> , 1999	Injuries and risk factors in a 100-mile (161-km) infantry road march	Antiperspirantes e emolientes
LENTON <i>et al.</i> , 2018	Integrating a hip belt with body armour reduces the magnitude and changes the location of shoulder pressure and perceived discomfort in soldiers	Adaptação do cinto de quadril
RODRIGUEZ-SOTO <i>et al.</i> , 2017	The effect of training on lumbar spine posture and intervertebral disc degeneration in active-duty Mariners	Treinamento físico
PALMANOVICH <i>et al.</i> ,	The effect of army vest desing on the	Designer de diferentes coletes

AUTOR/ANO	TÍTULO	FATORES DE RISCO ou ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO
2017	occurrence of stress fractures and overuse injuries in female military recruits	
BOGERD <i>et al.</i> , 2012	The effect of two sock fabrics on perception and physiological parameters associated with blister incidence: a field study	Alterações dos tecidos das meias

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos até o presente momento mostram que diversos fatores parecem ser associados a uma maior incidência de lesões em militares expostos a tarefas de carregamento de carga: sexo feminino, condicionamento físico, somatotipo, duração da marcha com carga, peso carregado superior a 25% do índice de massa corporal, tipo de calçado, duração da marcha, idade e tempo de missão. As lesões mais comuns são bolhas no pé e lesões em joelho, região lombar e tornozelo. Neste contexto, estratégias de prevenção apresentadas pelos estudos são: uso de antiperspirantes e emolientes, adaptação de cintos no quadril, treinamento físico, alterações do tipo de colete balístico. Espera-se com a presente revisão sistemática encontrar propostas para serem empregadas no Corpo de Fuzileiros Navais, que melhorem a tomada de decisão e minimizem a incidência de lesões e o afastamento dos militares de suas funções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACKER, S. D. *et al.* Risk factors for training injuries among British Army recruits. **Military Medicine**, v. 173, n. 3, p. 278-286, 2008.
- DE NORONHA, M. *et al.* Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 10, p. 824-828, 2006.
- ECKARD, T. G. *et al.* The relationship between training load and injury in athletes: a systematic review. **Sports Medicine**, 48, n. 8, p. 1929-1961, 2018.
- JOSEPH, A. *et al.* The impact of load carriage on measures of power and agility in tactical occupations: a critical review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 1, p. 88-103, 2018.
- KNAPIK, J. *et al.* Injuries Associated with Strenuous Road Marching. **Military Medicine**, v. 157, n. 2, p. 64-67, 1992.
- KNAPIK, J. J. *et al.* A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 2, p. 585-597, 2012.
- 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.

- MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**. v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009.
- MOOLA, S. *et al.* Conducting systematic reviews of association (etiology): The Joanna Briggs Institute's approach. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 3, p. 163-169, 2015.
- MOLLOY, J. M. Factors influencing running-related musculoskeletal injury risk among U.S. Military Recruits. **Military medicine**, v. 181, n. 6, p. 512-523, 2016.
- 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. 2655-2672, 2013.
- ORR, R. M. *et al.* Soldier occupational load carriage: a narrative review of associated injuries. **International Journal of Injury Control and Safety Promotion**, v. 21, n. 4, p. 388-396, 2014.
- ORR, R. M. *et al.* Reported load carriage injuries of the Australian Army Soldier. **Journal of Occupational Rehabilitation**, v. 25, n. 2, p. 316-322, 2015.
- ORR, R. M.; POPE, R. Optimizing the physical training of military trainees. **Strength and Conditioning Journal**, v. 37, n. 4, p. 53-59, 2015a.
- ORR, R. M.; POPE, R. R. Load carriage: an integrated risk management approach. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, p. S119-S128, 2015b.
- PAGE, M. J.; HIGGINS, J. P. T.; STERNE, J. A. C. Chapter 13: Assessing risk of bias due to missing results in a synthesis. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions** version 6.1 (updated September 2020). Cochrane, 2020.
- REYNOLDS, K. L. *et al.* Injuries and risk factors in a 100-mile (161-km) infantry road march. **Preventive Medicine**, v. 28, n. 2, p. 167-173, 1999.
- ROSS, R. A.; ALLSOPP, A. Stress fractures in Royal Marines recruits. **Military Medicine**, v. 167, n. 7, p. 560-565, 2002.
- ROY, T. C. *et al.* Risk factors for musculoskeletal injuries for soldiers deployed to Afghanistan. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 83, n. 11, p. 1060-1066, 2012.
- SCHWARTZ, O. *et al.* Attrition due to orthopedic reasons during combat training: rates, types of injuries, and comparison between infantry and noninfantry units. **Military Medicine**, v. 179, n. 8, p. 897-900, 2014.

Estudo da manifestação da disfunção temporomandibular em militares da Força Aérea Brasileira

Cristiano Leite David - Cap Dent, ES-LS/MG
Dr. Adriano Percival Caldraro Calvo - UNIFA/RJ

Palavras-chaves: Disfunção temporomandibular; Militar; Psicossocial; Eletromiografia; Variabilidade da frequência cardíaca.

CONTEXTUALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Aviadores e Controladores de Tráfego Aéreo: características das funções

Na Força Aérea Brasileira, aviadores e controladores de tráfego aéreo são peças fundamentais na atividade de voo e proteção do espaço aéreo nacional. Em suas atuações se faz necessário, além do conhecimento técnico altamente especializado, a constante atualização, o equilíbrio psicológico, o trabalho em equipe e a resiliência frente as diversas situações de dificuldades que as atividades lhes impõem. São profissões singulares e com alta demanda de exigência física e/ou psicológica para o cumprimento de suas missões.

Os aviadores, durante suas atividades ocupacionais, são frequentemente expostos a diversos fatores físicos severos e importantes que podem atuar negativamente em seu organismo como vibrações, hipobarismo, ruídos, radiações, e baixa umidade (ROCHA, 2011; MELO; NETO, 2012; BRAGA, 2012; SIMÕES, 2014).

O aspecto psicológico também está fortemente coligado à aviação. A atividade gera grau de tensão psicológica em seus tripulantes, pois, mesmo antes de assumirem suas funções na aeronave, precisam antecipar possíveis riscos em determinadas implicações mecânicas, atmosféricas e físicas. Fatores estes que elevam de forma considerável o nível de estresse, refletindo negativamente sobre o sistema neurovegetativo, motor e psíquico (RIBAS, 2003). A atividade aérea também pode ter repercussões laborais com consequências psicossociais como ciclos irregulares de trabalho e sono, turnos de trabalho imprevisíveis, afastamento do ambiente familiar, além da responsabilidade imputada sobre equipe, passageiros e aeronave (LITTLE *et al.*, 1990). Para Riul *et al.* (2012) fatores estressores físicos característicos da aviação como ruído, vibrações e hipobarismo além de causar disfunções físicas também podem resultar em alterações neuropsíquicas que podem ocasionar em ansiedade, depressão e fadiga.

A fadiga ocorre pela exaustão por esforço ou repetição e interfere negativamente na destreza, performance e eficiência do indivíduo. Esse declínio físico pode ser acompanhado por prejuízo mental e cognitivo (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Na aviação, a fadiga traz sérios impactos operativos à medida que prejudica tempo de reação, memória, tomada de decisão e comunicação (DURMER; DINGES, 2005).

Os pilotos, em geral, estão submetidos a situações de alta demanda física e psicológica e baixo controle sobre seu trabalho devido às mudanças operacionais e às circunstâncias ambientais inerentes à função (CAUSSE *et al.*, 2011). Estes fatores podem facilitar o surgimento

de transtornos mentais comuns, representando um risco potencial à segurança de voo (FEIJÓ *et al.*, 2014). Nota-se que tanto a função do piloto quanto seu ambiente de trabalho, envolvem altos níveis de responsabilidade e estresse, e reduzida possibilidade de controle. Fatores de personalidade e a presença de psicopatologias podem ser decisivos para a qualidade do desempenho da função para realizar com sucesso as tarefas exigidas (LAMBIRTH *et al.*, 2003).

A função de controlador de tráfego aéreo pode gerar quadros de estresse e ansiedade que refletem negativamente no organismo humano. A tarefa do controlador sugere baixa exigência física, porém alta exigência cognitiva (FREITAS, 2016) e é considerado um sistema de trabalho complexo com uma demanda elevada de carga mental e emocional. Os controladores de tráfego aéreo têm de lidar com aumentos no volume de tráfego e com múltiplos objetivos. Além disso, situações anormais e emergenciais são comuns, desafiando a estabilidade do sistema e a tomada de decisão segura dos operadores. Outra característica particular da função é a irreversibilidade e a pressão temporal, ou seja, tempo disponível para o operador tomar a decisão e agir sobre o sistema de trabalho. Considera-se que parte significativa dos acidentes e incidentes graves aeronáuticos apresentam componentes ligados a uma excessiva pressão temporal (HENRIQSON *et al.*, 2009).

O trabalho organiza-se em turnos alternados o que pode causar alterações de sono, gastrointestinais, distúrbios psicológicos e problemas familiares e sociais (ITANI, 2009). O posto de trabalho dos controladores favorece o surgimento de doenças ocupacionais como o estresse. Em seu ambiente de trabalho fatores como iluminação, ruído, temperatura, qualidade do ar, postura de trabalho, manejo de instrumentos e a responsabilidade na tomada de decisões são riscos ocupacionais predisponentes ao surgimento do estresse nestes profissionais (MIGUEL *et al.*, 2006). A postura mantida pelos controladores durante o trabalho, características ergonômicas dos móveis utilizados, a duração máxima das sessões de controle, e a configuração espacial do ambiente de trabalho podem ser também responsáveis pela relação observada entre a ocupação de controlador de tráfego aéreo e a exaustão emocional (TAMAYO, 2002).

A avaliação de fatores estressantes é fundamental para a manutenção da capacidade física e da eficiência dos controladores de tráfego aéreo, além de assegurar a saúde desses trabalhadores em longo prazo. O estresse psicológico desses profissionais, decorrente de condições variadas quanto às exigências do trabalho, faz com que esses operadores mostrem maior incidência de sintomas de estresse quando comparados a profissionais de outras categorias. Como decorrência, o quadro de instabilidade emocional pode causar depressão, falta de concentração e dificuldade de julgamento implicando em possíveis consequências negativas na operação dos sistemas de controle do tráfego aéreo (ARAÚJO, 2000). A responsabilidade excessiva inerente ao posto de trabalho dos controladores, associada a uma alta complexidade tecnológica e o crescimento do transporte aéreo, pode contribuir para o desenvolvimento de um quadro de estresse e de fadiga, influenciando o desempenho destes profissionais, comprometendo sua saúde e, conseqüentemente, trazendo riscos às operações aéreas.

Nesse contexto, ocupações e profissões que possuem considerável carga de estresse físico ou psíquico, como do aviador militar e do controlador de tráfego aéreo, podem desencadear diversas enfermidades ou condições limitantes ao organismo humano. Condições estas que direcionam o indivíduo a adquirir certas patologias ou agravar doenças já existentes. Dentre as

várias doenças resultantes do estresse e da ansiedade, a disfunção temporomandibular (DTM) possui papel de destaque.

Distúrbio Temporomandibular: etiologia e relações psicocomportamentais

A DTM é um tipo de alteração funcional relativa à articulação temporomandibular (ATM) e as estruturas mastigatórias associadas (AMERICAN SOCIETY OF TEMPOROMANDIBULAR JOINT SURGEONS, 2003). Tem origem multifatorial e também pode estar associada com algumas comorbidades sistêmicas como: ansiedade, depressão, problemas otológicos ou neurológicos, e dores generalizadas no pescoço, ombros, costas e quadril (AMERICAN ACADEMY OF OROFACIAL PAIN, 1996). Pode ser definida como um conjunto de condições musculoesqueléticas e neuromusculares que envolvem músculos mastigatórios, articulação e estruturas associadas ou ambas, acarretando diversos sintomas como dores na região da ATM, cefaleia, dor nos músculos da mastigação, otalgia, dor facial, limitação funcional, dor cervical, cansaço, limitação de abertura de boca, dor durante a mastigação, zumbido e dor na mandíbula (PEREIRA *et al.*, 2005). Estima-se que a DTM acomete até 56% da população em geral (OKENSON, 2020), que sofrem prejuízos em qualidade de vida, sendo mais prevalente em adultos jovens, com a maioria dos sintomas reportados entre os 20 e 40 anos de idade (DE KANTER *et al.*, 1993).

Os fatores psicocomportamentais ou psicossociais são considerados atualmente como um dos principais fatores etiológicos da DTM (TOLEDO *et al.*, 2008) e (CORONATTO *et al.*, 2009), dos quais o estresse se apresenta como alteração de maior evidência (OKENSON, 2020). Tal estresse, somado a outros fatores, como uma má oclusão, microtraumas provocados por hábitos parafuncionais contínuos e anormalidades posturais podem ser o estopim para o surgimento da doença temporomandibular (PINHO, 1996). Níveis aumentados de estresse contribuem com a hiperatividade muscular não-funcional induzindo um aumento da pressão intra-articular e alterando a normalidade da biomecânica (KANEHIRA *et al.*, 2008), sugerindo o papel do estresse na degeneração da cartilagem articular, desempenhando um papel importante na indução da DTM (LV *et al.*, 2012). Fortes evidências demonstram que pacientes com DTM são mais ansiosos e/ou depressivos que indivíduos assintomáticos, sendo que os sintomas iniciam-se durante períodos de estresse psicológico e exacerbam-se durante situações estressantes (GAMEIRO *et al.*, 2006). Além de prejuízos de ordem social e familiar, a DTM também pode interferir nas condições de trabalho dos indivíduos afetados. Em estudo realizado com 106 pacientes diagnosticados com DTM concluiu-se que a DTM esteve associada ao absenteísmo laboral, e que a parcela dos pacientes que relatou maior grau de dor crônica ausentara-se mais ao trabalho (NOGUEIRA *et al.*, 2018).

Portanto, percebe-se que as profissões de aviador militar e controlador de tráfego aéreo são altamente complexas, em vários aspectos, e podem desencadear inúmeras patologias inerentes às características ímpares e específicas de suas funções laborais. A DTM está intimamente relacionada a questões psicossociais deterioradas ou desajustadas, sejam na origem ou continuidade da desordem. Dessa forma, torna-se importante entender como a DTM manifesta-se no ambiente militar, em especial nos aviadores e controladores de tráfego.

Situação-problema

As atividades exercidas pelos aviadores e controladores de tráfego aéreo são caracterizadas como complexas e com elevada carga de fatores que podem gerar situações estressantes, tanto físicas e/ou psicológicas. Questões psicossociais como ansiedade e o estresse são fatores importantes na etiologia das DTM e talvez exista uma conexão para esta condição e as carreiras de aviador e controlador de tráfego aéreo.

Nesse sentido, este trabalho busca a resolução da seguinte situação-problema: existe uma correlação ou influência do ambiente de trabalho desempenhado pelos aviadores e controladores de tráfego aéreo no âmbito da Força Aérea Brasileira que possam expressar sinais ou sintomas de disfunção temporomandibular (DTM)?

Objetivos

Objetivo geral

Avaliar a prevalência da Disfunção Temporomandibular (DTM), sob o aspecto biopsicossocial e das funções laborais, dos aviadores e controladores de tráfego aéreo da Força Aérea Brasileira (FAB).

Objetivos específicos

- Realizar estudo epidemiológico da prevalência da DTM em militares da FAB relacionados a questões psicossociais (estresse/ansiedade/depressão);
- Analisar a atividade muscular (masseter e temporal), através da eletromiografia de superfície, dos aviadores e controladores de tráfego aéreo durante suas funções laborais em ambiente de simulador
- Comparar a atividade muscular (masseter e temporal) por meio de eletromiografia de superfície entre grupos de militares diagnosticados por exame clínico odontológico com ou sem a DTM.

Hipótese a investigar

Devido as características funcionais dos militares, especificamente na população de aviadores e controladores de tráfego aéreo, tem-se como hipótese que a prevalência da DTM em militares pode ser diferente da prevalência apresentada pela população em geral.

Justificativa e relevância acadêmica e de aplicação profissional

A disfunção temporomandibular (DTM) pode apresentar-se em indivíduos expostos a consideráveis cargas de estresse no desempenho de suas funções laborais. Os aviadores e controladores de tráfego aéreo militares, pelas responsabilidades institucionais a que são

confiados, necessitam de trabalhos que possam avaliar a ocorrência da DTM e suas possíveis implicações biopsicossociais nas atividades operacionais, assim como identificar uma possível correlação entre DTM e fatores psicossociais e, em caso afirmativo, a proposição de protocolos de prevenção e atenção voltados à DTM.

Este trabalho de pesquisa visa propor: (i) medidas de intervenção precoce contra a DTM; (ii) aperfeiçoar testes e exames nas Juntas de Saúde da Aeronáutica; (iii); capacitação ou criação do quadro de carreira com a especialidade em DTM dos profissionais dentistas na FAB.

CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA OU PRODUÇÃO TÉCNICA

O presente projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital de Força Aérea de São Paulo no dia 18 de agosto de 2020 sob o número 36318620.0.0000.8928. A priori, projetou-se três procedimentos experimentais detalhados a seguir.

Experimento 1: Levantamento epidemiológico da prevalência de sinais e sintomas da DTM e do grau de estresse/ansiedade/depressão

Estudo tipo transversal, epidemiológico com militares voluntários de ambos os sexos, em exercício ativo da Força Aérea Brasileira e idade entre 18 e 45 anos. Os aviadores e controladores de tráfego aéreo serão os alvos do estudo, porém, para motivos de comparação, outras especialidades poderão ser incluídas. Serão excluídos do grupo amostral os militares com histórico de traumas do tipo chicote (acidentes automobilísticos) e/ou com eventos traumáticos resultantes de lesões ósseas, articulares ou musculares da região da cabeça e/ou pescoço. Também não serão considerados os militares que estejam sob tratamento ortodôntico ativo. Com o objetivo de atingir um maior número de participantes, serão utilizados questionários de autorrelato na forma digital.

Amostragem dos participantes

O total populacional a ser investigado, obedecendo a especialidade de interesse associada à faixa etária, serão oriundos da Tabela de Lotação de Pessoal do Comando de Pessoal da Aeronáutica a ser consultada oportunamente. Dessa forma, para o estudo epidemiológico, foi determinada a amostragem mínima através da estimativa da proporção populacional (Equação 1).

$$n = \frac{N * p * q * (Z_{\alpha/2})^2}{p * q * (Z_{\alpha/2})^2 - (N - 1) * E^2} (1)$$

Onde n é a amostragem mínima; N é a população a ser investigada; p é a proporção de ocorrência do evento investigado; q é a diferença entre 1 e p; Z é o escore da tabela Z referente ao nível de confiabilidade para os resultados das análises estatísticas; e E se refere à margem

de erro assumida para as análises estatísticas. Estima-se, após aplicados os quantitativos totais de pessoal a ser considerado, que o grupo amostral fique assim estabelecido:

Quadro 1 – Cálculo por especialidade do n amostral

	Aviadores	CTA	Intendente	Infantaria
População Total	1935	2721	706	343
n amostral = 1055	309	325	243	178

Fonte: Elaborado pelo autor

Materiais

Questionário Sociodemográfico

Será utilizado questionário de autorrelato, que aborda variáveis sociodemográficas (idade, sexo, estado civil, prática de atividade física, hábito de tabagismo e realização de tratamento ortodôntico), e condições de trabalho (tempo de serviço, turno de horas de trabalho, especialidade de voo, horas de atividade aérea e especialidade de Tráfego de Controle). As opções de respostas serão no formato múltipla escolha, exceto a idade, tempo de serviço e horas de voo que deverão ser inseridos pelo participante.

Prevalência dos sinais e sintomas da DTM

A determinação do nível de DTM e sua respectiva classificação, “sem necessidade de tratamento” (ausência de DTM e DTM leve) e “com necessidade de tratamento” (DTM moderada e severa), será realizada pelo Questionário Anamnésico de Fonseca, (FONSECA *et al.*, 1994) de forma autorrelatada e em ambiente digital. O questionário é composto por 10 perguntas, com três respostas possíveis: “sim”, “não” ou “às vezes”.

Níveis de estresse/ansiedade/depressão

A avaliação psicossocial de estado depressivo e ansiedade serão oriundos dos questionários do Critério de Diagnóstico para Desordens Temporomandibular; DC/TMD (OHRBACH, 2016). O DC/TMD consiste em um instrumento para diagnóstico da Disfunção Temporomandibular baseado em dois eixos. O eixo I aborda aspectos físicos dos indivíduos, enquanto o eixo II avalia os aspectos psicossociais. Neste trabalho serão utilizados os questionários PHQ-9 que consiste em nove perguntas, que correspondem a nove critérios diagnósticos para depressão (CHAVES *et al.*, 2008) e GAD-7 que possui 7 perguntas para avaliação, diagnóstico e monitoramento de ansiedade (SPITZER *et al.*, 2006); ambos fazem parte do eixo II do DC/TMD. Por fim, o estado de estresse será avaliado pela Escala de Estresse Percebido com 10 questões, PSS 10 (LUFT *et al.*, 2007).

Procedimento Experimental

Todos os participantes serão submetidos aos questionários enviados às unidades da aeronáutica e as respondidas serão obtidas de forma eletrônica. O uso do ambiente virtual para a coleta de dados epidemiológicos permite a captação de participantes de diversas localidades geográficas com baixo custo, além da imparcialidade e do anonimato, não expondo os participantes à influência pessoal do pesquisador.

Os questionários serão enviados aos participantes por meio de endereço eletrônico e acessados por link específico. No corpo do e-mail constará um pequeno texto expositivo da pesquisa e explicativo sobre como o militar deve proceder para sua participação. O link direcionará o participante à plataforma virtual onde encontram-se o TCLE e os questionários. Ao ler o TCLE e concordar em participar da pesquisa, o participante clica na opção “sim” e, então serão liberados os questionários da pesquisa para preenchimento. Quando do aceite da participação na pesquisa, o TCLE poderá ser impresso pelo participante para guarda da sua via.

Análise estatística do levantamento epidemiológico

Os dados serão coletados digitalmente e armazenados em sistema eletrônico de banco de dados. Inicialmente, está prevista a realização de análises descritivas na perspectiva de identificar a incidência observada através dos questionários. Teste de associação do Qui-quadrado para as variáveis qualitativas através de frequências relativas (%), ou teste Exato de Fischer e ou Análise Binominal estão previstos para comparações de distribuição entre grupos. Testes t-Student para variáveis qualitativas, através de médias, mínimos e máximos, de forma a identificar a relação da atividade militar operacional com as morbidades analisadas. Porém, dependendo da observação dos dados, outros métodos de análises estatísticas de comparação e relacionamento poderão ser adotados.

Experimento 2: Atividade muscular sob influência aguda de estresse em aviadores e controladores de tráfego aéreo em situações de simulação

Com objetivo de verificar o comportamento dos músculos masseter e temporal através da eletromiografia de superfície (sEMG) e possíveis relacionamentos deles com as atuações das atividades laborais dos aviadores (AV) e controladores de tráfego aéreo (ATCO) em ambiente de simuladores de voo e de controle de tráfego aéreo elaborou-se um estudo observacional, transversal, com condições de avaliações de atividade eletromiográfica e da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) em ambiente estável (sem a presença de fatores que implicam picos de estresse) e instável (com a presença de eventos que provocam picos de estresse).

Em virtude das dificuldades físico-estruturais e temporais para a realização das avaliações clínicas e musculares dos voluntários nas diferentes localizações da FAB, decidiu-se por limitá-las a área de abrangência desta avaliação a alguns esquadrões/escolas específicas da FAB, o que limitam o quantitativo de voluntários. Portanto, a amostragem destas avaliações será do tipo conveniência, com mínimo de 20 voluntários por grupo de aviadores e de controladores de

tráfego aéreo. Porém, serão realizados testes de poder estatístico para verificar a necessidade de aumentar a amostragem do estudo.

Materiais

Sinais e Sintomas de DTM e Níveis de estresse/ansiedade/depressão

Antes dos procedimentos das coletas eletromiográficas e da VFC, os voluntários realizarão as avaliações mencionadas no experimento 1, porém de forma presencial.

Avaliação da Atividade Muscular do Masseter e Feixe Anterior do Temporal

A atividade muscular durante a função operacional dos aviadores e controladores de tráfego aéreo será avaliada por eletromiografia de superfície (sEMG); uma técnica não invasiva e com mínimos riscos à saúde (similares ao eletrocardiograma) que verifica a atividade eletrofisiológica de musculaturas de interesse (SODERBERG e COOK, 1984). Essa metodologia possibilita a detecção de intensidade e de frequência da atividade muscular em ações motoras pré-estabelecidas, permitindo análises sobre solicitação e fadiga muscular (ANDERS *et al.*, 2005). Os músculos que serão objetos das leituras eletromiográficas são o masseter e feixe anterior do temporal (ambos os lados). Atendendo as orientações do projeto Eletromiografia de Superfície para Avaliações Musculares não-invasivas (SENIAM, 2020) para aplicação dos eletrodos (bipolares), os pacientes serão submetidos a tricotomia (raspagem da região) e posterior fricção com álcool 70% da pele local de aplicação do eletrodo. Em seguida, o eletrodo de superfície será firmemente aderido à pele com fitas adesivas. Os posicionamentos dos eletrodos nestes músculos são realizados por palpação muscular, sendo o paciente instruído a manter os dentes em contato oclusal para facilitar a identificação dos músculos (NASCIMENTO *et al.*, 2013). No masseter, a fixação será no ventre muscular, em sentido longitudinal às fibras musculares no centro do ponto equidistante das inserções superior e inferior do músculo (NASCIMENTO *et al.*, 2013). No temporal anterior, posiciona-se o eletrodo perpendicular ao plano sagital, 1.5 – 2.0 cm acima do arco zigomático e imediatamente atrás do processo frontal do osso zigomático (LANDULPHO *et al.*, 2004).

Avaliação da Frequência Cardíaca e Variabilidade da Frequência Cardíaca

O uso do frequencímetro tem o objetivo de monitorar as alterações na frequência cardíaca, e posteriormente, tentar verificar situações de estresse do participante durante ações simuladas. Os registros da frequência cardíaca (FC) serão realizados através do monitor de frequência cardíaca (frequencímetro; fabricante Polar, modelo V800), constituído de cinta elástica com monitor cardíaco, que é afivelado à altura do esterno do usuário, e relógio de pulso eletrônico que se comunica com o monitor cardíaco por sistema sem fio tipo Bluetooth. O relógio armazena internamente dados para frequência cardíaca e ondas RR que serão transferidos, posteriormente, ao computador para tratamento e análises. A detecção da distância em milissegundos, entre a onda R de um batimento e a onda R do próximo, tem o objetivo de construir um dispersograma ou permitir a análise espectral no domínio do tempo e da frequência

do comportamento cardíaco do participante, permitindo assim, o estudo da VFC. O registro do monitoramento cardíaco de variabilidade cardíaca em repouso será utilizado para verificar o perfil dos voluntários quanto às seguintes variáveis: SDNN, SDANN, SDNNi, rMSSD e Pnn50; e os índices SDNN, SDANN e SDNNi. Estes últimos são obtidos a partir de registros de longa duração e representam as atividades simpática e parassimpática, porém não permitem distinguir quando as alterações da VFC são devidas ao aumento do tônus simpático ou à retirada do tônus vagal (NOVAIS *et al.*, 2004). Já os índices rMSSD e pNN50 representam a atividade parassimpática (MORAES FILHO; RIBEIRO, 2005), pois são encontrados a partir da análise de intervalos RR adjacentes (RASSI, 2000). No domínio espectral: componente de alta frequência (High Frequency – HF), com variação de 0,15 a 0,4Hz, que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração, Componente de baixa frequência (Low Frequency – LF), com variação entre 0,04 e 0,15Hz, que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático e a relação LF/HF que reflete as alterações absolutas e relativas entre os componentes simpático e parassimpático do SNA, caracterizando o balanço simpato-vagal sobre o coração (NOVAIS *et al.*, 2004). Observação, estas análises serão realizadas através do software Kubios, versão gratuita.

Avaliação em Situação Simulada

Simuladores

Os aviadores e controladores de tráfego aéreo serão analisados em ambiente simulado a que são submetidos periodicamente, não lhes impondo a atividades não previstas em suas ações e regime de trabalho. Para isso, será utilizado um simulador de aeronaves pelos aviadores do C-105 Amazonas localizado na cidade de Manaus/AM. O simulador de voo da aeronave C-105 Amazonas, do Esquadrão Arara (1°/9° GAV), foi homologado como Classe D pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Isso significa que o equipamento é capaz de reproduzir 100% do voo real (MOLTER, 2016). Os controladores de tráfego aéreo utilizarão, neste procedimento experimental, o simulador de controle de tráfego aéreo do Terceiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA III) em Recife.

Procedimento Experimental

Neste experimento, os voluntários deverão ler, concordar e assinar o TCLE físico. Uma via ficará com o pesquisador responsável e outra será entregue ao participante. Após, preencherão os mesmos questionários do experimento 1 na versão presencial. Em seguida, o pesquisador preparará o participante com a instalação do frequencímetro e dos eletrodos de superfície. Então, serão realizadas as avaliações musculares e frequência cardíaca em repouso (estável) e, posteriormente, as coletas em ambiente simulado (instável). Os detalhes dos procedimentos acima descritos serão discriminados a seguir.

Condições pré-simulador

Os voluntários aviadores e controladores de tráfego aéreo serão analisados no exame eletromiográfico de superfície nas condições: repouso, máxima contração isométrica voluntária (MCIV), fala e fadiga. Em todas as condições, o voluntário será acomodado confortavelmente em uma cadeira, com o tronco ereto, pés apoiados no chão, e a cabeça orientada segundo o plano horizontal de Frankfurt (NASCIMENTO *et al.*, 2013). Na condição repouso o participante manterá os lábios levemente cerrados e sem contato entre os dentes, sem falar, mastigar ou deglutir por 5 segundos; na condição máxima contração isométrica voluntária (MCIV) o participante será orientado a manter contato oclusal (morder com força), bilateralmente, por 5 segundos; na condição fala o participante lerá um pequeno texto com falas de repertório de sua atividade laboral e na condição fadiga será feito um exercício que consiste em realizar uma máxima contração isométrica voluntária por 45 segundos e, em seguida, por MCIV de 5 segundos com intervalos graduais e crescentes entre as tentativas. O exercício de fadiga será repetido após a atividade de voo ou controle em simulador. O objetivo é analisar se a atividade laboral do militar interfere na recuperação muscular em análise. A tarefa da máxima contração isométrica voluntária (MCIV) será utilizada para a normalização dos sinais eletromiográficos (SODERBERG e KNUTSON, 2000). Para normalização, será calculada a proporção de atividade elétrica muscular em relação à MCIV, bilateralmente. Assim, considera-se a MCIV como 100% e realiza-se uma regra de três simples a fim de obter a porcentagem das atividades de repouso e fala.

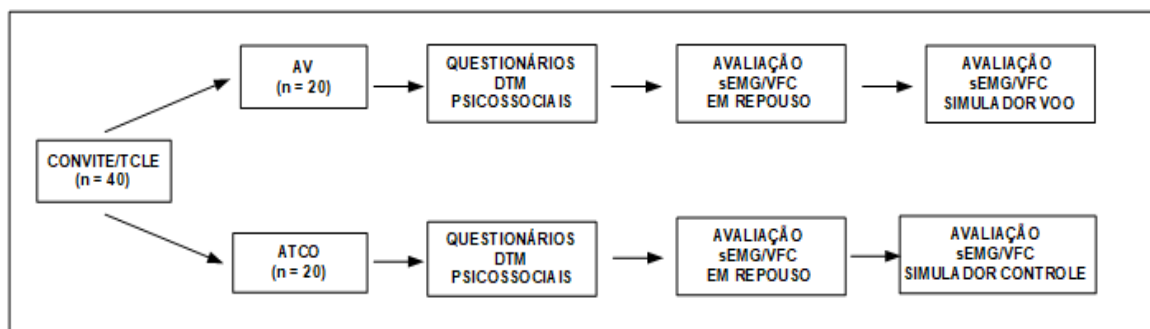
Condições em Simulador de Voo

Após os registros preliminares, conforme a rotina de treinamento em simuladores, os voluntários serão encaminhados ao simulador e acomodados conforme orientações do instrutor do simulador. Com o início da atividade de simulação serão iniciadas capturas de sinais de atividades eletromiográficas de superfície. Para análise mais específica do comportamento muscular, um roteiro do exercício simulado será previamente confeccionado, no qual contemplará eventos de rotina e outros que implicam situações de estresse aos voluntários. Registro de FC ocorrerá simultaneamente.

Tratamento dos Dados de Atividade Muscular

Os dados eletromiográficos (sEMG) serão submetidos a filtro digital (Butterworth, 4ª ordem, passa-banda [10 - 500Hz], rejeita-banda nos harmônicos de [60Hz]). A amplitude do sinal eletromiográfico será normalizada pela raiz quadrada média (RMS) da MCIV. Em seguida, através de algoritmo personalizado serão calculadas variáveis do sinal eletromiográfico nos domínios de frequência e amplitude conforme os janelamentos mais indicados para cada uma das condições de simulação e de repouso.

Fluxograma 1 – Procedimento Experimental 2



Fonte: Elaborado pelo autor

Experimento 3: Relacionamento de Atividade Muscular do Masseter e Feixe Anterior do Temporal com DTM em Aviadores e Controladores de Tráfego Aéreo

Neste estudo observacional e transversal, os participantes serão submetidos aos exames odontológicos específicos para diagnósticos da DTM e em seguida submetidos aos exames eletromiográficos conforme experimento 2, porém, sem a condição instável (i.e. em simulador). A coleta das informações da eletromiografia e dos exames clínicos odontológicos será realizada em militares de esquadrões aéreos e de centros de controle de tráfego aéreo da FAB. Em função da limitação do quantitativo de voluntários e com o objetivo de tornar a coleta consistente, será adotada uma amostragem do tipo conveniência, com mínimo de 20 voluntários por grupo. Conforme diagnóstico, os participantes serão agrupados em função da DTM: 1. grupo com DTM e 2. grupo sem DTM.

Materiais

As análises dos Sinais e Sintomas de DTM e níveis de estresse / ansiedade / depressão serão idênticos aos procedimentos declarados no experimento 1, porém, de forma presencial; enquanto as análises de avaliação da atividade muscular do masseter e do feixe anterior do temporal serão similares ao experimento 2, porém, sem a condição de simulação e incluída a condição de mastigação: exercício que consiste em mastigar uma goma de mascar ritmicamente aos 70 batimentos por minuto, duas tentativas, as tentativas alternam o posicionamento de goma de mascar em um lado e depois no outro lado.

Exame Clínico Odontológico para Diagnóstico da DTM

Para o diagnóstico de DTM, todos os militares serão avaliados por meio do protocolo Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) traduzido e validado para o Português brasileiro. O DC/TMD contém dois eixos: o Eixo I que consiste em diagnóstico físico por meio de exame clínico padronizado e pode ser utilizado para classificar o indivíduo de acordo com as condições clínicas da DTM. Os voluntários serão avaliados por cirurgião-dentista, em ambiente reservado, sem exposição do voluntário, com uso de espátula de madeira para afastamento de tecidos, espelho bucal e equipamentos de proteção individual como luvas de procedimento, gorro, máscara, protetor facial, jaleco descartável, dentre outros necessários.

Serão realizadas palpações das musculaturas faciais e articulações, medições de abertura de boca e exames intraorais (dentes, língua e mucosas).

Procedimento Experimental e Análises Estatísticas dos Dados

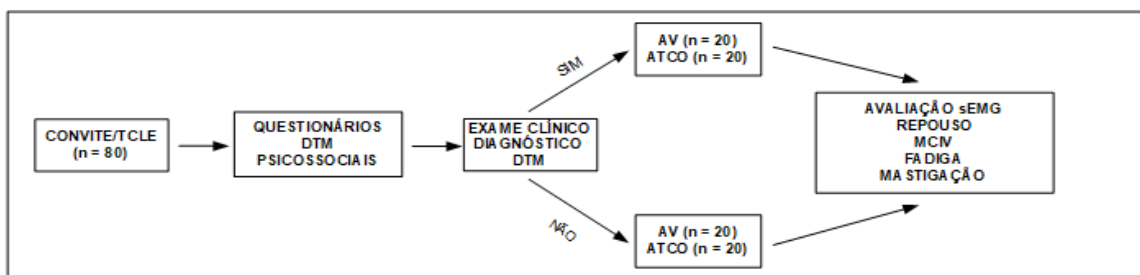
Após concordância com o estudo (TCLE); os participantes serão analisados pelos questionários, seguidos pelo atendimento clínico odontológico e finalmente pelas avaliações musculares.

As variáveis dependentes serão apresentadas através de média e desvio padrão em função dos fatores grupo (DTM x Sadio), condições (Repouso, Fala, Mastigação) e simulação (Baixa sobrecarga de trabalho, Média Sobrecarga, Alta Sobrecarga). Preferencialmente, as variáveis serão comparadas através de Análises de Variância de duas vias com três fatores (2 x 3 x 3).

Porém, na incapacidade de aplicar ajustes para regular dados heterogêneos (p.e. Ajuste de Welch) ou dados não paramétricos, serão adotadas medidas de transformações matemáticas (p.e. Escore Z, Logarítmicas Naturais ou 10, Distribuição Normal Inversa) na tentativa de realização de análises paramétricas em detrimento da manutenção de altos poderes estatísticos conquistados pelos testes paramétricos. E se manutenção da incapacidade da utilização de análises paramétricas de forma segura, serão realizados testes não paramétricos compatíveis para as comparações necessárias, provavelmente os testes Kruskal-Wallis para amostras independentes e análise de variância de Friedman para amostras dependentes com testes a posteriori apropriados.

Será verificada a associação e ou correlação entre as variáveis dependentes da atividade muscular e da variabilidade da frequência cardíaca aos resultados das análises clínicas e questionários aplicados. Para isso, estes dados serão submetidos a análises de Correlação de Pearson ou Spearman para as variáveis numéricas e testes de associação do Qui-quadrado para as variáveis qualitativas através de frequências relativas (%). Para todos os testes estatísticos, os dados serão considerados significantes, quando o p-valor for inferior a 5%. Porém, dependendo da observação dos dados, outros métodos de análises estatísticas de comparação e relacionamento poderão ser adotados.

Fluxograma 2 – Procedimento Experimental 3



Fonte: Elaborado pelo autor

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN ACADEMY OF OROFACIAL PAIN: GUIDELINES FOR ASSESSMENTS, Diagnosis and management. **Guidelines for assessments, diagnosis and management**. Chicago Quintessence, p. 301, 1996.
- AMERICAN SOCIETY OF TEMPOROMANDIBULAR JOINT SURGEONS (ASTJS). Guidelines for diagnosis and management of disorders involving the temporomandibular joint and related musculoskeletal structures. **Cranio**, v. 21, n. 1, p. 68–76, 2003.
- ANDERS, C. *et al.* Activation characteristics of shoulder muscles during maximal and submaximal efforts. **European Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 5–6, p. 540–546, 2005.
- ARAÚJO, R. C. S. S. **O trabalho na aviação e as práticas de saúde sob o olhar do controlador de tráfego aéreo**. 2000. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Saúde do Trabalhador, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- BRAGA, G. W. **Estudo da vibração de corpo inteiro em pilotos de helicóptero esquilo AS-350 L1**. 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/97055>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- CAUSSE, M. *et al.* Executive functions and pilot characteristics predict flight simulator performance in general aviation pilots. **The International Journal of Aviation Psychology**, v. 21, n. 3, p. 217–234, 2011.
- CHAVES, T. C. *et al.* Principais instrumentos para avaliação da disfunção temporomandibular, parte I: índices e questionários; uma contribuição para a prática clínica e de pesquisa. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 15, n. 1, p. 92–100, 2008.
- CORONATTO, E. A. S. *et al.* Associação entre disfunção temporomandibular e ansiedade: estudo epidemiológico em pacientes edêntulos. **International Journal of Dentistry**, v. 8, n. 1, p. 6–10, 2009.
- DE KANTER, R. J. A. M. *et al.* Prevalence in the dutch adult population and a meta-analysis of signs and symptoms of temporomandibular disorder. **Journal of Dental Research**, v. 72, n. 11, p. 1509–1518, 1993.
- DURMER, J. S.; DINGES, D. F. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. **Seminars in Neurology**, v. 25, n. 01, p. 117–129, 2005.
- FEIJÓ, D. *et al.* Aspectos psicossociais do trabalho e transtornos mentais comuns em pilotos civis. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 11, p. 2433–2442, 2014.
- FONSECA, D. M. *et al.* Diagnostico pela anamnese da disfunção craniomandibular. **Revista Gaucha de Odontologia**, v. 42, n. 1, p. 23–28, 1994.
- FREITAS, Â. M. **Funcionamento executivo em controladores de tráfego aéreo do sul do Brasil**. 2016. 72 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Medicina e Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/7239>. Acesso em: 10 fev. 2021.

- GAMEIRO, G. H. *et al.* How may stressful experiences contribute to the development of temporomandibular disorders? **Clinical Oral Investigations**, v. 10, n. 4, p. 261–268, 2006.
- HENRIQSON, E. *et al.* Consciência situacional, tomada de decisão e modos de controle cognitivo em ambientes complexos. **Production**, v. 19, n. 3, p. 433–444, 2009.
- ITANI, A. Condições de trabalho e riscos à saúde do trabalhador da aviação. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 1–20, 2009.
- KANEHIRA, H. *et al.* Association between stress and temporomandibular disorder. **Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi**, v. 52, n. 3, p. 375-380, 2008.
- LAMBIRTH, T. T. *et al.* Selected personality characteristics of student naval aviators and student naval flight officers. **The International Journal of Aviation Psychology**, v. 13, n. 4, p. 415–427, 2003.
- LANDULPHO, A. B. *et al.* Electromyographic evaluation of masseter and anterior temporalis muscles in patients with temporomandibular disorders following interocclusal appliance treatment. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 31, n. 2, p. 95–98, 2004.
- LITTLE, L. F. *et al.* Corporate instability is related to airline pilots' stress symptoms. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 61, n. 11, p. 977–982, 1990.
- LUFT, C. D. B. *et al.* Versão brasileira da Escala de Estresse Percebido: tradução e validação para idosos. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 4, p. 606–615, 2007.
- LV, X. *et al.* Psychological stress alters the ultrastructure and increases IL-1 β and TNF- α in mandibular condylar cartilage. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 45, n. 10, p. 968-976, 2012.
- MELO, M. F. S. D.; NETO, A. M. S. Revisão narrativa sobre riscos ocupacionais físicos e saúde de pilotos de aviação comercial. **Rev. baiana saúde pública**, v. 36, n. 2, p. 465–481, 2012.
- MIGUEL, N. B. *et al.* Avaliação ergonômica do trabalho do controlador de tráfego aéreo em uma torre de controle de aeródromo. In: **XXVI ENEGEP 2006**, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr500335_7389.pdf>. Acesso em: 11 fev 2021.
- MOLTER, L. Simulador de voo do C-105 Amazonas da Força Aérea Brasileira é homologado pela ANAC. **Força Aérea Brasileira**, 2016. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/28285/>. Acesso em: 17 fev 2021.
- NASCIMENTO G. K. B. O. *et al.* Protocolo de avaliação eletromiográfica em mastigação. In: SILVA, H. J. **Protocolos de eletromiografia de superfície em fonoaudiologia**. São Paulo: Pró-fono, 2013. p. 15-26.
- NOGUEIRA, C. de M. *et al.* O impacto da dor crônica por disfunção temporomandibular nas atividades laborais. **Revista Brasileira de Odontologia Legal**, v. 5, n. 3, p. 23–30, 2018.
- NOVAIS, L. D. *et al.* Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso de homens saudáveis sedentários e de hipertensos e coronariopatias em treinamento físico. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 8, n. 3, p. 207–213, 2004.

OHRBACH, R. (Ed.). **Diagnostic criteria for temporomandibular disorders: assessment instruments**. Version 15May2016. Disponível em: www.rdc-tmdinternational.org

OKESON, J. P. **Management of temporomandibular disorders and occlusion**. 8. ed. St. Louis: Elsevier, 2020.

OLIVEIRA, J. R. S. *et al.* Fadiga no trabalho: como o psicólogo pode atuar? **Psicologia em Estudo**, v. 15, n. 3, p. 633–638, 2010.

PEREIRA, K. N. F. *et al.* Sinais e sintomas de pacientes com disfunção temporomandibular. **Revista Cefac**, v. 7, n. 2, p. 221–229, 2005.

PINHO, J. C. G. F. **Contribuição para o diagnóstico, prognóstico e plano de tratamento de pacientes com disfunção e/ou desordens temporomandibulares: avaliação clínica, radiográfica e laboratorial**. 1996. 321 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto, Porto, 1996. Disponível em: <file:///C:/Users/Helder%20Resende/Downloads/276_TD_01_P.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2021.

RASSI JR., A. Compreendendo melhor as medidas de análise da variabilidade da frequência cardíaca. **J Diag Cardiol**. v. 8, 2000.

RIBAS, P. R. **O fenômeno da fadiga central na pilotagem de helicópteros: o efeito da condição física aeróbica sobre o comportamento psicofisiológico**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 2003.

MORAES FILHO, R. S.; RIBEIRO, J. P. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo em condições fisiológicas e patológicas. **Revista HCPA**, v. 25, n. 3, p. 99-106, 2005.

RIUL, T.; VABONI, A. F.; SOUZA, F. Incidência de sintomas de ansiedade e depressão em aeronautas. **Psicologia.pt: O portal dos psicólogos**, 2012. Disponível em: <<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0649.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2021.

ROCHA, L. H. N. **Desempenho de pilotos e segurança de voo: o caso da hipóxia em aviação desportiva**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Engenharia Aeronáutica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.6/2053>>. Acesso em: 05 fev. 2021.

SENIAM. **What is Seniam?** Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SIMÕES, S. C. D. **Ruído e vibrações no corpo humano - avaliação de ruído e vibrações – Luak Portuguesa – Indústria Aeronáutica Ltda**. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2014. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/7315/1/Projeto%20Individual.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2021.

SODERBERG, G. L.; COOK, T. M. Electromyography in biomechanics. **Physical Therapy**, v. 64, n. 12, p. 1813–1820, 1984.

SODERBERG, G. L.; KNUTSON, L. M. A Guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. **Physical Therapy**, v. 80, n. 5, p. 485–498, 2000.

SPITZER, R. L.; KROENKE, K.; WILLIAMS, J. B. W.; LOWE, B. A brief measure for assessing generalized anxiety disorder: The GAD-7. **Archives of Internal Medicine**, v. 166, n. 10, p. 1092 – 1097, 2006.

TAMAYO, A. Exaustão emocional no trabalho. **Revista de Administração**, v. 37, n. 2, p. 26–37, 2002.

TOLEDO, B. A. S.; CAPOTE, T. S. O.; CAMPOS, J. A. D. B. Associação entre disfunção temporomandibular e depressão. **Brazilian Dental Science**, v. 11, n. 4, p. 75-79, 2008.

Proposta de elaboração de um programa de treinamento físico específico para controladores de tráfego aéreo visando melhora da operacionalidade e da segurança de voo

Diego Almeida Teixeira de Souza - Maj Av, 5º/1º GCC/PV
Dr. Daniele Gabriel Costa - 1º Ten QOCON EFI, CDA/RJ

Palavras-chaves: Teste físico; Controladores de tráfego aéreo; Condicionamento físico; Obesidade; Sono; Trabalho mental.

CONTEXTUALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

O Brasil é um país de dimensão continental, compreendido por cerca de 8,5 milhões km² de território. Neste contexto, a atuação das Forças Armadas possui fundamental importância para viabilizar as políticas de integração e segurança nacional. As diversas tarefas executadas têm por objetivo contribuir para a defesa do país e assegurar a garantia da lei e da ordem (BRASIL, 1980).

Sendo assim, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem por obrigação controlar, defender e integrar um espaço equivalente a 22 milhões de km², os quais englobam todo o território nacional. Tamanha grandiosidade dificulta significativamente o controle do espaço aéreo do país e todos os militares da FAB contribuem das mais diversas formas para manutenção da soberania da pátria. Porém o controlador de tráfego aéreo (CTA) é um elemento chave, pois executa funções essenciais relacionadas à organização do fluxo de aeronaves civis e militares, mantendo a segurança de voo e a defesa do território (BRASIL, 2018).

O controle do tráfego aéreo é uma função que exige atuação constante, devido à necessidade de atendimento aos constantes voos. Essa necessidade vem se tornando cada vez maior por conta dos avanços tecnológicos ocorridos ao longo dos anos, tornando o tráfego aéreo cada vez mais denso, e obrigando o CTA a tomar decisões assertivas cada vez mais rápidas, exigindo maiores demandas cognitivas para as tomadas de decisão, planejamento e manutenção da consciência situacional (GABRIEL-COSTA; MASSAFERRI, 2019).

A atividade operacional exige do CTA uma carga de trabalho mental alta, utilizada em atividades como: aquisição e integração de informações visuais, linguísticas, memória, atenção e raciocínio rápido (RIBAS *et al.*, 2010). Essa carga de trabalho mental é diretamente proporcional ao aumento do fluxo de tráfego.

Outras características inerentes às atividades do CTA contribuem para tornar o ambiente operativo estressante e tenso, a exemplo da exigência de trabalho por turnos rotacionais com trabalho noturno, a pressão interna em relação às consequências fatais de um erro, o ambiente muitas vezes monótono, entre outros aspectos.

A literatura aponta que os CTA apresentam sonolência, distúrbios psicossomáticos, problemas de sono, distanciamento social, alterações metabólicas, distúrbios gástricos,

desordens musculoesqueléticas, queda da eficiência operativa (COSTA, 2000; ATIKINSON; DAVENNE, 2007; RIBAS *et al.*, 2011; POMPLUM *et al.*, 2012), problemas de saúde associados a presença de obesidade e excesso de gordura visceral (ABESO, 2016). Em suma, a atividade de controle do tráfego aéreo exige física e mentalmente do CTA, e mantê-los saudáveis se torna uma questão de eficiência operacional e de segurança voo.

A FAB, por meio do emprego do treinamento físico profissional militar (TFPM) tem por objetivo capacitar fisicamente o seu efetivo. Sua premissa é o aprestamento dos militares para o cumprimento de suas atividades operacionais, ou seja, promover o condicionamento físico adequado para o militar ter o mínimo de higidez física para executar com êxito suas missões. Mesmo com a exigência do bom preparo físico pela instituição, o que se tem observado é um aumento gradativo do número de sedentários no meio militar, inclusive dos CTA. Sonati *et al.* (2015), observaram que os CTA de um aeroporto em São Paulo, possuem níveis de condicionamento físico abaixo dos que são exigidos pela Organização Mundial de Saúde (SONATI *et al.*, 2015).

Dados, não publicados do teste físico dos CTA reafirmam esses achados. Conforme a tabela 1, em 2018, cerca dos 63,9% dos CTA da FAB estavam acima do peso e conforme a tabela 2, 30% com a capacidade cardiorrespiratória abaixo do esperado para a sua faixa etária. A grande prevalência de inatividade física, aliada a alta complexidade da atividade do CTA podem contribuir para o desenvolvimento e deterioração progressiva do desempenho operacional e para o absenteísmo. Existem poucos estudos, porém, em sua grande maioria, afirma que as condições de saúde dos CTA pioram com o passar dos anos, com aumento da prevalência de problemas psicossomáticos (MARTINUSSEN, 2006). Em paralelo, estatísticas sugerem que os CTA apresentam baixa aderência na atividade física e apresentam doenças crônicas decorrentes do sedentarismo (SONATI *et al.*, 2015; SONATI *et al.*, 2016). Esta baixa aderência ao exercício físico na atualidade tem diversos fatores, sendo um dos principais a alimentação inadequada (TEIXEIRA, 2010) principalmente nos trabalhadores por escala rotacional, excesso de fadiga, falta de tempo (SILVA *et al.*, 2011; BOWLES *et al.*, 2002; ROLLO, 2016) ou mesmo falta de motivação para a prática de exercícios físicos (ASHTON, 2017; ANDAJANI-SUTJAHJO, 2004). Estes elementos também podem ser considerados como motivadores para a baixa aderência da prática regular de atividades físicas no meio dos CTA, contribuindo para o sedentarismo (SANAELNASAB *et al.*, 2019; LOVEJOY, 2015; MARTINS, 2000). Todos estes conjuntos de determinantes pessoais, por dificultarem à adesão e fidelização de uma rotina de exercícios físicos, são consideradas barreiras reais ou percebidas ao treinamento físico (SCHUTZER, 2004).

Tabela 1- Distribuição de frequência dos indivíduos de ambos os sexos conforme sua classificação de índice de massa corporal

Sexo	Acima do peso (% de indivíduos)	Obesos (% de indivíduos)	Fora do peso aceitável (% de indivíduos)
Masculino (n = 136)	40,4	23,52	63,92
Feminino (n = 91)	23,0	6,5	29,5

A Tabela 2, por sua vez, demonstra que 64,0% dos indivíduos masculinos e 50,5% dos indivíduos do sexo feminino apresentam aptidão cardiorrespiratória de muito ruim a razoável, segundo os critérios do Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM).

Tabela 2 - Distribuição de frequência dos indivíduos de ambos os sexos que apresentam aptidão cardiorrespiratória de muito ruim a razoável.

Sexo	Muito ruim - Razoável (% de indivíduos)
Masculino (n = 136)	64
Feminino (n = 91)	50,5

A introdução de exercícios físicos na rotina dos CTA, pode ser uma estratégia barata e eficaz na tentativa de amenizar os efeitos da sobrecarga laboral e reduzir a probabilidade de erro durante os turnos de serviço. Portanto, é possível inferir que o TFPM pode trazer benefícios aos CTA, mesmo se tratando de trabalhadores de turno invertido (HARMA *et al.*, 1988). Estudos apontam que a prática regular de atividades físicas, há muito tempo, vem sendo apontada como fator positivamente associado à saúde, contribuindo na prevenção, redução e/ou controle de dislipidemias, doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes, câncer, osteoporose, transtornos mentais e taxas de mortalidade (HASKELL *et al.*, 2007; HILL; WYATT, 2005). No entanto, este programa de treinamento utilizado pela FAB não se encaixa às especificidades dessa população. A alta prevalência de sedentarismo entre os CTA pode ser motivada por diversos fatores, incluindo alimentação inadequada, o cansaço promovido pelo trabalho por turnos, percepção de pouco tempo para a prática de exercícios físicos, e pouco tempo de lazer com a família (ATIKINSON *et al.*, 2008). O desenvolvimento de um programa de TFPM voltado para as peculiaridades parece ser importante para reversão desse quadro.

A FAB já possui a Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica 54-5, (NSCA 54-5), regulamento que norteia o treinamento físico-profissional militar no Comando da Aeronáutica, cuja a finalidade é orientar o treinamento físico aos militares da Aeronáutica, além de estabelecer procedimentos para o planejamento, a coordenação, a condução e a execução de atividades físicas e desportivas na Força Aérea Brasileira, de maneira a conseguir promover a higidez física para o desempenho das funções laborativas e operacionais.

Entretanto, os baixos resultados de suficiência cardiorrespiratória, juntamente com o alto índice de sobrepeso entre os CTA, demonstram claramente que o tipo de treinamento proposto pela NSCA 54-5 não se adequa a esse segmento operacional. Além disso, as peculiaridades da atividade operacional sugerem a existência de barreiras que dificultam a adesão dos CTA à atividade física. A esse respeito, BONFIM (2004) em estudo sobre barreiras à atividade física na FAB, observou que a maioria das unidades militares da FAB tem frequência semanal de duas vezes, e o instrutor em sua maioria é um militar que não possui qualificação necessária para proceder com a instrução de educação física, tornando o treinamento ainda mais desmotivante e perigosa pela falta de confiança dos militares que participam da instrução.

Ciente de que a atividade operacional do CTA é crucial para FAB e que dados descritivos demonstram que se trata de uma população sedentária, sugerindo que os programas de treinamento atualmente ofertados a esta não é eficaz. Este trabalho visa elaborar um caderno

de instruções que possa orientar e coordenar o TFPM dos CTA, levando em consideração as dificuldades enfrentadas pelos militares que se traduzem uma baixa aderência à atividade física.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Estudar a particularidade da rotina do controlador de voo e propor um treinamento específico para que assim a Força Aérea Brasileira possa prover meios para que esses militares, mesmo com suas rotinas peculiares, possam manter um treinamento mínimo visando a melhoria de suas capacidades físicas, cognitivas e sociais, conseqüentemente elevando a segurança no controle dos 22 milhões de quilômetros quadrados sobre sua responsabilidade.

Objetivos específicos

- Levantar as principais barreiras para a prática do TFPM entre os controladores de tráfego aéreo;
- Associar às barreiras às peculiaridades operacionais do CTA;
- Avaliar o condicionamento físico de uma amostra de CTA;
- Avaliar a atividade cognitiva desta amostra e criar associações com variáveis do desempenho físico;
- Desenvolver um planejamento de treinamento físico exequível para os CTA, levando em consideração os resultados das barreiras identificadas;
- Aplicar o treinamento físico em uma amostra de CTA e fazer comparações entre a capacidade cognitiva ligada à atividade operacional pré e pós treinamento.

HIPÓTESE

Como hipótese deste trabalho, espera-se observar uma alta prevalência de sedentarismo entre os CTA e a associação das variáveis de desempenho físico à atividade cognitiva. Além disso, espera-se ser possível mapear as principais barreiras que dificultam a adesão dos CTA a um programa de atividade física, sugerindo dentre eles os problemas com a escala rotacional, falta de tempo, falta de material e falta de orientação. Por fim, espera-se que o programa de treinamento desenvolvido com intuito em transpor essas dificuldades possa melhorar a capacidade cognitiva ligada à atividade operacional.

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A rotina do CTA é realmente diferenciada, eles desenvolvem uma atividade que envolve estresse da atividade e o estresse ocasionado pelo prejuízo de sono ao mesmo tempo por trabalharem em turnos alternados. Normalmente, a qualidade de vida de grande parte da população que trabalha em turno noturno é afetada devido aos distúrbios de sono e outras

alterações associadas, como distúrbios no sistema cardiovascular, transtornos de humor, ansiosos, digestivos, neuropsicológicos, diminuição da motivação para o trabalho, sentimento de exclusão da vida social, perturbação da convivência familiar, e essa condição traz uma preocupação recorrente aos órgãos competentes com relação as condições da saúde mental e física desses trabalhadores. Esses órgãos buscam reduzir o aparecimento e o impacto dos sintomas de estresse, fadiga e estafa mental nos CTA que possam interferir na segurança operacional de voo. Sabendo que existe uma enorme gama de pesquisas científicas que vem demonstrando os efeitos positivos do exercício físico nas adaptações às alterações do ciclo circadiano, memória, atenção percepção e tomada de decisão, sono e bem-estar de diversas populações, tanto sadias quanto com disfunções psicossomáticas muito parecidas com as demonstradas pelo controlador de voo, podemos afirmar que será de grande valia o implemento de um treinamento físico específico para controladores de voo, visando a melhoria de sua saúde física e mental, o que ocasionará no melhor cumprimento da sua missão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDAJANI-SUTJAHJO, S. *et al.* Perceived personal, social and environmental barriers to weight maintenance among young women: A community survey. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 1, n. 1, p. 15-22, 2004.

ASHTON, L. M. *et al.* Motivators and barriers to engaging in healthy eating and physical activity: A cross-sectional survey in young adult men. **American Journal of Men's Health**, v. 11, n. 2, p. 330-343, 2017.

ABESO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Diretrizes brasileiras de obesidade 2016 / ABESO**. 4 ed. São Paulo: ABESO, 2016.

ATKINSON, Greg; DAVENNE, Damien. Relationships between sleep, physical activity and human health. **Physiology & Behavior**. v. 90, n. 2, p. 229-235, 2007.

ATKINSON, GREG *et al.* Exercise, energy balance and the shift worker. **Sports Medicine**. v. 38, n. 8, p. 671-685, 2008.

BOMFIM, A. B. C. Motivações e barreiras à prática de atividades físicas no Comando da Aeronáutica. 2004. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – **Ciência da Motricidade Humana, Universidade Castelo Branco**, Rio de Janeiro, 2004.

BOWLES, H. R. *et al.* The association between physical activity behavior and commonly reported barriers in a worksite population. **Research Quarterly for Exercise And Sport**, v. 73, n. 4, p. 464-470, 2002.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 6.880, de 9 de dezembro de 1980. Dispõe sobre o Estatuto dos Militares**. Brasília: Diário Oficial da União, 1980.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Tráfego Aéreo - regras do ar: ICA100-12**. Boletim do Comando da Aeronáutica, n. 212, de 5 dez 2018, 2018. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.mil.br/api/storage/uploads/files/f34899fc-5171-4f69-a45fdebc1914a4e5.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2021.

- COSTA, G. Working and health conditions of Italian air traffic controllers. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**. v. 6, n. 3, p. 365-382, 2000.
- GABRIEL-COSTA, D.; MASSAFERRI, R. O. The role of physical exercise as a strategy for improvement of flight safety: focus on the air traffic controller. **Brazilian Journal of Exercise Physiology**. v. 18, n. 4, p. 168-178, 2019.
- HÄRMÄ, M. *et al.* Physical training intervention in female shift workers: I. The effects of intervention on fitness, fatigue, sleep, and psychosomatic symptoms. **Ergonomics**. v. 31, n. 1, p. 35-50, 1988.
- HASKELL, W. L. *et al.* Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation, Baltimore**, v. 116, n. 9, p. 1081-1093, 2007.
- HILL, J. O.; WYATT, H. R. Role of physical activity in preventing and treating obesity. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 22, p. 765-770, 2005.
- LOVEJOY, S.; GILLESPIE, G. L.; CHRISTIANSON, J. Exploring physical health in a sample of firefighters. **Workplace Health & Safety**, v. 63, n. 6, p. 253-258, 2015.
- MARTINUSSEN, M.; RICHARDSEN, A. M. Air traffic controller burnout: survey responses regarding job demands, job resources, and health. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 77, n. 4, p. 422-428, 2006.
- MARTINS, M. O.; PETROSKI, E. L. Mensuração da percepção de barreiras para a prática de atividades físicas: uma proposta de instrumento. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 1, n. 2, p. 58-65, 2000.
- POMPLUN, Marc *et al.* The effects of circadian phase, time awake, and imposed sleep restriction on performing complex visual tasks: evidence from comparative visual search. **Journal of Vision**. v. 12, n. 7, p. 1-19, 2012.
- RIBAS, V. R. *et al.* Air traffic control activity increases attention capacity in air traffic controllers. **Dementia & Neuropsychologia**. v. 4, n. 3, p. 250-255, 2010.
- RIBAS, V. R. *et al.* Brazilian air traffic controllers exhibit excessive sleepiness. **Dementia & Neuropsychologia**. v. 5, n. 1, p. 209-215, 2011.
- ROLLO, S.; GASTON, A.; PRAPAVESSIS, H. Cognitive and motivational factors associated with sedentary behavior: a systematic review. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 4, p. 956-984, 2016.
- SANAEINASAB, H. *et al.* A theory of planned behavior based program to increase physical activity in overweight/obese military personnel: a randomised controlled trial. **Applied Psychology: Health and Well Being**, v. 12, n. 1, p. 101-124, 2020.
- SILVA, K. S. *et al.* Active commuting: prevalence, barriers, and associated variables. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 8, n. 6, p. 750-757, 2011.
- SONATI, J. G. *et al.* Quality of life, health, and sleep of air traffic controllers with different shift systems. **Aerospace Medicine and Human Performance**. v. 8, n. 10, p. 895-900, 2015.

SONATI J. G. *et al.* Quality of life, sleep, and health of air traffic controllers with rapid counterclockwise shift rotation. **Workplace Health & Safety**, v. 64, n. 8, p. 377-384, 2016.

SCHUTZER, K. A.; GRAVES, B. S. Barriers and motivations to exercise in older adults. **Preventive Medicine**, v. 39, n. 5, p. 1056-1061, 2004.

TEIXEIRA, C. S. Ergonomia e qualidade de vida nos sistemas de produção. In: **Engenharia de Produção: Tópicos e Aplicações**, v. 1, p. 78-100, 2010.

Análise da força isométrica em futuros pilotos da Força Aérea Brasileira

Joel Eloi Belo Junior - Maj Av, AFA/SP
Dr. Thiago Augusto Rochetti Bezerra - SP
Dra. Leonice Aparecida Doimo - UNIFA/RJ

Palavras-chaves: Força isométrica; Piloto; Acrobacia; Força G.

CONTEXTUALIZAÇÃO

A Academia da Força Aérea (AFA) é uma organização militar de ensino superior da Força Aérea Brasileira (FAB), cuja missão é a formação de Oficiais de Carreira. Portanto, é referência em “formar oficiais capazes e eficientes, com condições de se tornarem verdadeiros líderes de uma moderna Força Aeroespacial” (Decreto nº 64.800, de 10 julho de 1969; BRASIL, 2018).

Esse ditame está em consonância com a capacidade de combate da FAB, garantida pelas competências e profissionalismo de seus integrantes durante o processo de formação. Essa percepção estratégica coloca o fator humano como prioridade central, na medida em que visa qualificar adequadamente seus recursos humanos para apresentarem desempenhos à altura das expectativas da instituição e da sociedade, para o atendimento a demandas cada vez mais diversificadas (BRASIL, 2016).

O Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da AFA, objetiva preparar os cadetes para se tornarem oficiais aviadores da FAB e cumprirem adequadamente suas futuras missões (PUD, 2020). Após a formação na AFA, os pilotos serão divididos entre aviação de asas rotativas, aviação multimotor e aviação de caça, de acordo com o desempenho e perfil de cada um. Para a conclusão do curso, devem atingir exigentes padrões de aptidão física, mental e intelectual, visando a correta execução de atividades especializadas inerentes aos tipos de aeronaves que pilotarão ao longo da carreira.

Diferentemente do Curso de Piloto Civil, a formação do piloto militar tem prazos e níveis mínimos que devem ser atingidos obrigatoriamente. De acordo com os Manuais de Procedimentos do Primeiro e Segundo Esquadrões de Instrução Aérea (2021), todos os exercícios, manobras e procedimentos são demonstrados, ensinados mecanicamente, orientados verbalmente e exigidos nos voos de cheque (onde o aluno deve realizar sem qualquer auxílio do instrutor).

Na formação do piloto militar existe um limite de missões e horas de voo disponíveis para que o cadete atinja a proficiência e esteja apto a voar solo, ocorrendo naturalmente nesse processo, uma seleção daqueles que demonstram maior aptidão.

Diversas qualidades são importantes para a formação de um bom piloto, dentre elas responsabilidade, conhecimentos técnicos, habilidade, atitudes, inteligência emocional, e também qualidades físicas. Considerando esta última, o presente trabalho centra-se na

importância da valência física força, em especial a força isométrica, necessária para uma pilotagem segura e eficiente, especialmente no período de aprendizagem dos cadetes da AFA.

A seguir, apresenta-se uma breve descrição de alguns aspectos inerentes à formação de pilotos na AFA, para melhor contextualização e situação do objeto de estudo desse trabalho, seguida da revisão de literatura.

Formação do futuro piloto

O CFOAv é reconhecido pelo Ministério da Educação como curso superior (Parecer nº 672/80), tendo por objetivo a formação do Oficial Aviador, e está estruturado em uma única fase. A duração é de 4 (quatro) anos, nos quais são ministradas instruções Gerais, Técnico-Especializadas e Militares (1º EIA, 2021).

A atividade aérea faz parte das disciplinas do campo Técnico-Especializado. A instrução básica de voo ocorre na aeronave T-25 Universal, no primeiro ano, contendo aulas práticas e teóricas. No segundo e terceiro ano, ou 2º e 3º esquadrões, os cadetes voltam a cumprir disciplinas do campo geral. Os mesmos prosseguem com a rotina diária, com os treinamentos físicos e militares, e cumprem novamente algumas disciplinas do campo técnico-especializado (Aerodinâmica 2 e Instrução Técnica da Aeronave T-27), que serão pré-requisito para o voo na aeronave T-27. Os cadetes deverão estar teoricamente preparados para o voo ao final do terceiro ano. No último ano do curso os cadetes do CFOAV retomam o voo, cumprindo a instrução avançada no Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea (1º EIA), voando na aeronave T-27 Tucano.

A aeronave EMB 312 T-27 é um turbo hélice que inovou o mercado no início da década de oitenta, ao introduzir, entre outras novidades, assentos ejetáveis Martin Baker BR8LC® (MANUAL EMB,1984). A força Gz+ máxima atingida pelo T-27 é de 6 Gz (positivo) e 3 Gz (negativo), em situação de voo invertido, sendo que, neste último caso, a aeronave pode permanecer de dorso em um tempo máximo de 30 segundos (MANUAL EMB,1984). De acordo com o manual da aeronave, a força máxima necessária para a sustentação de 6 Gz, limite de carga gravitacional em condições normais de voo, é de 30 Kgf.

Movimentos das aeronaves

O Sistema de Controle de Voo é o mecanismo que permite a movimentação das superfícies de controle de uma aeronave – profundor, ailerons, leme e os compensadores. Tal sistema é acionado pelo piloto através do manche (que pode ser do tipo “volante” ou, como no T-27 Tucano, do tipo “bastão”) e dos pedais.

Todo movimento de uma aeronave é feito com base em eixos. Toda a vez em que uma aeronave modifica sua atitude de voo – quando realiza, por exemplo, uma curva ou subida, ela o faz em torno de um ou mais eixos, compostos de três linhas imaginárias que, por sua vez, passam por um ponto conhecido como Centro de Gravidade (CG), em ângulos de 90 ° entre si. O eixo que se estende do nariz à cauda é chamado eixo longitudinal, o eixo que contempla uma ponta a outra da asa é o transversal, e o eixo vertical é aquele que incide através do centro de gravidade.

Manche

A execução das manobras e acrobacias aéreas são feitas através da movimentação do manche, em quatro movimentos distintos: cabrar (puxar o manche para trás, erguendo o nariz do avião), picar (empurrar o manche para a frente, baixando o nariz do avião), rotação externa (empurrar o manche para a direita, inclinando o avião para o lado direito) e rotação interna (puxar o manche para a esquerda, inclinando o avião para o lado esquerdo). O membro superior direito do piloto é o segmento corporal responsável pela movimentação do manche, caso esse seja do tipo “bastão”. Em termos biomecânicos, os movimentos de cabrar (puxar) e picar (empurrar) o manche são realizados no plano sagital e eixo lateral. Já os movimentos de rotação interna e externa são realizados no plano transversal e eixo longitudinal do corpo.

Os movimentos de cabrar e picar são denominados movimentos de arfagem, e são realizados sobre o eixo transversal (ou lateral) da aeronave. O deslocamento do manche para os lados, inclinando as asas do avião, quando se executa uma curva, é realizado sobre o eixo longitudinal e denomina-se rolamento, inclinação lateral ou bancagem. São todos termos técnicos, específicos da atividade aérea, e comuns a qualquer pessoa que deseja ser piloto.

Manobras e acrobacias

De acordo com o Manual de Procedimentos do Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea (2021), as manobras têm a finalidade de ajudar o piloto a desenvolver e aperfeiçoar a técnica de comandar o avião, de modo a obter o máximo rendimento do voo.

As acrobacias têm por objetivo desenvolver a capacidade do piloto em “sentir” o avião, aumentando a aptidão de coordenar os comandos independentemente da atitude, sem desorientar-se. Seu aprendizado proporciona maior confiança na pilotagem, pois desenvolve a habilidade e a visão espacial.

Na instrução aérea avançada, realizada no último ano do CFOAV, as acrobacias foram divididas em básicas – Voo Invertido, Lento e Looping, e combinadas – Barril, Retournement, Immelmann, Oito Cubano e Trevo.

As acrobacias também são realizadas sequencialmente, reunidas em séries acrobáticas: série A: Barril direita, Barril esquerda, Lento direita e Retournement esquerda; e série B: série A + Looping, Oito Cubano direita, Trevo esquerda e Immelmann direita.

Um ponto fundamental na execução das manobras é a ação da força da gravidade. Em um voo vertical descendente, o mergulho, o fator de força G_z obtido na saída deste procedimento, pode ser alterado de acordo com o raio da curva. Em 15° graus o fator de força G_z é de até $2 G_z+$, em 45° graus o fator de força G_z é de 4 a $5 G_z+$ e em 60° graus este valor pode atingir o valor máximo de $6 G_z+$ (MANUAL EMB,1984).

Os aviões deslocam-se com alta velocidade e modificam sua direção de movimento tão frequentemente que o piloto, muitas vezes, é submetido a graves estresses físicos, causados pelas súbitas modificações. Em geral, as forças produzidas pela aceleração linear durante o voo normal de um avião não são suficientes para produzir efeitos fisiológicos importantes. Mas quando um avião faz mergulhos, “loopings”, ou atingem velocidades elevadas, as forças

centrífugas são suficientes para promover sérias perturbações das funções corporais. Distúrbios musculoesqueléticos foram observados em pilotos que voavam em cargas Gz mais elevadas, sendo considerados o principal problema de saúde entre pilotos (RINTALA *et al.*, 2015).

A cabine das aeronaves militares de treinamento e das aeronaves de caça são projetadas para que o piloto utilize o braço direito no manche (comando da direção da aeronave) e o braço esquerdo no motor (potência). A ergonomia da cabine e a disposição dos instrumentos não permite a pilotagem de outra forma. Essas atividades podem impor uma sobrecarga ao ombro e braço direitos, ocasionados pela movimentação do manche da aeronave. A mão e braço esquerdos atuam na manete de potência e painel de instrumentos, executando ações que impõem uma menor carga de trabalho.

Em recente pesquisa de grupo focal, realizada com 9 instrutores experientes de voo da aeronave T-27 Tucano da AFA (dados não publicados), foram apontadas as principais manobras, acrobacias ou fases do voo que exigem movimentos com uso acentuado de força no manche, realizados em condições normais de voo. Segundo os entrevistados, os movimentos que demandam uma maior utilização de força são as partes iniciais e finais das acrobacias verticais (Retournement, Looping, Meio Oito Cubano, Trevo e Immelmann). A maior aplicação de força, de acordo com os instrutores, é necessária para “as cabradas” (trazer o manche para trás). Ainda, segundo os mesmos, a duração média das aplicações de força é de 10 segundos cada manobra, quando realizadas de maneira isolada. No caso das acrobacias, o tempo médio para realização completa das séries A ou B gira em torno de um minuto.

Como mencionado anteriormente, conforme manual da EMBRAER, fabricante do T-27 Tucano, a força necessária para sustentação da carga Gz máxima em operação normal da aeronave (6 vezes a força da gravidade) é de 30 Kgf. Durante as acrobacias, o corpo do piloto está sujeito à interferência das forças gravitacionais (Gz) que, em algumas manobras, podem atingir a magnitude de até 6 Gz (BEZERRA *et al.*, 2011). Exemplificando: em um indivíduo de 70 Kg, o braço corresponde a cerca de 5% da massa corporal total, ou seja, 3,3 Kg. Se o mesmo estiver sob ação de uma força de 3Gz (por exemplo, durante uma curva do avião), seu braço terá uma massa instantânea de, aproximadamente, 9,9 Kg (TEIXEIRA *et al.*, 2009). Logo, o piloto, para recuperar a aeronave - nivelar o voo ou para iniciar um novo movimento, deverá exercer no manche uma determinada força isométrica, acrescida da carga Gz que incide sobre seu membro superior direito, que será maior quanto maior for a velocidade da aeronave.

Segurança de voo

Durante a atividade aérea, pilotos empregam maior nível de força isométrica em relação a outros tipos de contração muscular, especialmente para a sustentação/manutenção do manche, visando a correta execução das manobras e também a manutenção da atitude da aeronave durante o voo (BEZERRA; SHIMANO; CAMPOS, 2014).

A adequada capacidade de sustentação de força isométrica contribui sobremaneira para a correta execução das manobras e acrobacias, não permitindo que a aeronave entre em alguma condição não desejável durante o voo. Apesar disso, falhas humanas e problemas técnicos podem acontecer nos equipamentos e sistemas da aeronave.

Numa falha do sistema de compensadores, por exemplo, pode haver a necessidade de sustentação de força isométrica por períodos maiores do que na situação normal. O objetivo dos compensadores é de diminuir a intensidade da ação do vento relativo nas superfícies de comando (O.T. EMB-112, 1984). Em caso de falha, é necessário que o piloto exerça força suficiente no manche para que a aeronave mantenha condições seguras de voo, e consiga direcionar a aeronave em segurança para o aeródromo mais próximo.

Caso a aeronave entre em mergulho vertical descendente inadvertidamente, a velocidade pode atingir valores elevados. Com velocidades maiores, a força necessária para sustentar o movimento de cabrar e trazer a aeronave para o voo nivelado (situação normal de voo) será maior do que nas manobras e acrobacias (CENIPA, 2005).

Existe uma grande preocupação com a segurança de voo na aviação em geral e, principalmente, na AFA. Em todos os manuais relacionados à instrução aérea existe a seguinte premissa: “*a segurança pretere o exercício*”. Ou seja, caso as condições mínimas de segurança não possam ser observadas, a instrução aérea é interrompida. Toda a padronização, limites de segurança e exigência no preparo teórico por parte da instituição visa reduzir os riscos naturais inerentes à atividade aérea.

Nos dois exemplos citados anteriormente, caso o piloto não consiga sustentar a força necessária durante o tempo mínimo previsto, a segurança de voo pode ser prejudicada.

Força Isométrica para sustentação do manche

As ações musculares podem ser estáticas (ou isométricas) ou dinâmicas. Segundo Mello (2006), nas contrações isométricas a força desenvolvida pelo músculo é igual à resistência externa, com manutenção do ângulo articular. Nas contrações dinâmicas, observa-se movimento do membro num arco descrito pelos segmentos em torno da articulação (arco de movimento), com variação angular positiva (atividade concêntrica) ou negativa (atividade excêntrica). Portanto, nessas últimas, há modificação do comprimento do ventre muscular, o que não se observa nas contrações isométricas.

Em uma contração isométrica, a resistência pode ser proporcionada por algo imóvel (puxar um cabo inextensível, por exemplo) ou por algo que exija a sustentação (de um membro ou uma resistência fixa). De acordo com Mello *et al.* (2008), no primeiro caso tem-se uma ação muscular dissipativa, com tendência a contração muscular concêntrica. Já o segundo tipo denomina-se conservativo, tendendo à contração muscular excêntrica.

Tendo por referência o manche tipo “bastão” e sua movimentação apenas pela mão direita, tem-se um sistema biomecânico, formado pelo membro superior e a resistência externa (o manche), formando uma alavanca interpotente (a força potente localiza-se em algum ponto entre a força resistente e o ponto fixo). Nessa configuração tem-se um tipo de exercício dissipativo, onde a energia do sistema biomecânico está limitada ao próprio músculo, e nele se dissipa, e onde se observa tendência de movimento concêntrico. Já no exercício tipo conservativo, há energia armazenada também na resistência externa (no peso sustentado, por exemplo), de forma que, em função da posição, há a tendência de movimento excêntrico do membro se o músculo deixar de contrair. Resumidamente, ambas as situações são atividades

isométricas, realizadas contra forças de mesma magnitude, mas de naturezas diferentes. No geral, estudos com eletromiografia (EMG) evidenciaram intensidade do sinal superior em exercícios dissipativos, indicando maior ativação muscular em comparação ao conservativo.

Exercícios dissipativos apresentaram maior ativação muscular e maior ativação de fibras de contração lenta, mesmo padrão encontrado para contração concêntrica (HUNTER; ENOKA, 2003). Na prática, movimentar o manche da aeronave para as diferentes posições anteriormente mencionadas requer força dinâmica, e mantê-las por um dado período de tempo, até a concretização da manobra e recuperação da aeronave, e sob efeito de alta carga Gz, requer força isométrica do tipo dissipativa.

Habitualmente, as ações isométricas têm sido estudadas sob três aspectos: a seleção dos ângulos específicos de contração, o tempo da ação e o tempo de relaxamento (MELLO, 2006). Outros autores como Gonçalves e Silva (2007), mencionam que o tempo de exaustão/ação é utilizado como um parâmetro da resistência muscular, alcançado quando o músculo não é capaz de manter a força requerida estando, desta forma, diretamente relacionado com a fadiga muscular. Nessas condições, observa-se disparos das unidades motoras, em velocidades crescentes, objetivando compensar a diminuição da força de contração devido à tentativa de manutenção do nível de tensão das fibras fadigadas, principalmente durante contrações submáximas (MORITANI *et al.*, 1993), comportamento que pode ser observado pelo aumento do sinal EMG (GONÇALVES, 2000).

Sorensen, em 1984, propôs um teste destinado a avaliar o tempo de resistência isométrica dos músculos eretores da espinha, no qual o voluntário, devidamente “fixado” em decúbito ventral, deveria realizar a extensão isométrica da coluna vertebral, mantendo o tronco suspenso em posição neutra. O tempo que o voluntário manteve a posição até a exaustão foi denominado pelo autor de tempo de resistência isométrica (TRI) (BARBOSA; GONÇALVEZ, 2013). De modo análogo, pilotos, durante a atividade aérea, empregam, continuamente, maior nível de força isométrica em relação a outros tipos de contração muscular, especialmente para sustentação do manche e, caso não consigam empregar a força necessária durante o tempo mínimo previsto para execução das manobras previstas no manual, ou durante uma pane, a segurança de voo pode ser prejudicada.

Manobras durante o voo podem impor grande exigência física, em termos de consumo de oxigênio e frequência cardíaca e, mesmo não suficientes para provocar fadiga central, podem acarretar fadiga periférica devido ao trabalho muscular excessivo (SÁ; SCHULTZ, 2016).

Porém, dados na literatura acerca do desempenho de pilotos frente às exigências contínuas de força isométrica em aeronaves com manche do tipo “bastão” são praticamente inexistentes.

PROBLEMA DE PESQUISA

A EMBRAER, fabricante do T-27 Tucano, na Ordem Técnica da aeronave, página 6-8, descreve o gráfico de força no manche em função da gravidade. A empresa menciona que a força necessária para sustentação da carga Gz máxima em operação normal da aeronave pode chegar a 30 Kgf. Por operação normal entende-se a condução do voo e realização de

procedimentos dentro dos limites de velocidade, carga gravitacional e parâmetros estabelecidos pelo fabricante.

Em situações de operação normal, cada uma das duas séries acrobáticas (série A e série B), realizadas durante a formação do piloto dura, em média, um minuto. Contudo, em situações que fogem à essa normalidade, não existe no manual da aeronave e na literatura, indicações de quanto tempo essa força precisa ser sustentada, principalmente em caso de pane da aeronave.

Especificamente quanto às panes, cada uma é única e dependente de uma série de fatores contribuintes, como fatores humanos (aspectos biopsicossociais e operacionais) e materiais. Diante de um disparo de compensador, por exemplo (situação onde o sistema de compensação da aeronave pode produzir força contrária ao movimento desejado), essa força isométrica deverá ser mantida, presumivelmente, por um tempo longo, até que o cadete consiga pousar o avião em segurança ou reverter o problema.

Essa sustentação de força pode ser crítica em se tratando do sexo feminino pois, em termos absolutos, mulheres apresentam menores níveis de força em relação aos homens. Além disso, deve-se considerar que, quanto maior a velocidade da aeronave, maior a força isométrica necessária a ser aplicada no manche para transmitir comandos do manche para as superfícies das asas. Também pesa o fato de que essa força deve ser exercida unicamente pelo braço direito, uma vez que é ele quem comanda todos os movimentos do manche, enquanto o braço esquerdo deve acionar os instrumentos necessários, no painel de instrumentos.

Assim, nesse contexto, surgem questionamentos importantes, quais sejam, por quanto tempo os cadetes conseguem sustentar, isometricamente, 30 Kgf com o braço direito e, uma vez atingindo esse valor, como se dá o declínio dessa força? E como será o desempenho das mulheres frente a essa exigência e em relação aos homens, visto que as demandas de força são as mesmas para ambos os sexos? O desempenho de ambos os sexos é compatível com o que se espera de um voo seguro, considerando as condições de operação normal do T-27 Tucano e o tempo médio de um minuto para realização completa de cada uma das manobras obrigatórias?

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Em geral, um voo de instrução do cadete dura em torno de uma hora, desde o momento da decolagem até o pouso.

Dentro da cabine, o piloto deve utilizar o braço direito no manche (comando dos movimentos da aeronave) e o braço esquerdo no motor (potência), não havendo possibilidade de pilotagem de modo diferente.

A maior movimentação do manche, somada às sucessivas contrações isométricas realizadas, podem impor uma sobrecarga elevada ao ombro e braços direitos. Já a mão e braços esquerdos, por atuarem na manete de potência e no painel de instrumentos, executam ações que demandam uma menor carga de trabalho. Assim, considerando o tempo de duração de uma instrução, as constantes contrações musculares e a velocidade da aeronave (Gz), pilotos podem apresentar algias ou fadiga, causadas por sobrecarga mecânica, após instrução. Portanto, já é sabido que o aumento da força gravitacional sobre o corpo humano, durante a atividade aérea,

por tempo prolongado, pode causar desequilíbrios musculoesqueléticos e até mesmo degeneração articular prematura (HENDRIKSEN; HOLEWIJN, 1999). Logo, funções musculares de membros superiores comprometidas estão associadas à limitação da capacidade funcional, podendo comprometer uma série de atividades humanas.

Na pilotagem de uma aeronave, especialmente na realização de manobras e acrobacias ou na sustentação do voo durante uma pane, se faz necessário que a musculatura dos membros superiores trabalhe de forma isométrica, requerendo ação muscular bastante específica. Com a musculatura enfraquecida, a capacidade de produção de força bem como sua manutenção por um tempo adequado para levar a aeronave até o aeródromo mais próximo e permitir o pouso em segurança pode não estar de acordo com a real necessidade.

No meio militar, a valência força muscular sempre ocupou lugar de destaque para a profissão, tendo em vista ser requisitada nas mais diversas atividades desenvolvidas. Estima-se que aproximadamente 73% das demandas militares exigem movimentos de elevação, de abaixamento, de tração, de empurrar, de transportar ou carregar diferentes objetos ou carga (HYDREN; BORGES; SHARP, 2017). Estudo de Poser *et al.* (2019) salienta que a força máxima e a taxa de desenvolvimento de força contrátil ao longo do tempo podem ter qualidades preditivas diferentes para tarefas específicas de desempenho, como por exemplo, o ato de carregar uma carga durante uma tarefa simulada de evacuação de vítimas, concluindo que a força isométrica de pico pode ser uma boa preditora de desempenho ótimo nos militares avaliados.

No meio aeronáutico, relatório final do CENIPA (2007, 23), sobre acidente da aeronave PT– MTS, modelo ATR 42-300, ocorrido em 14 de setembro de 2002, menciona que “a simulação indicou, durante a primeira parte do disparo de compensador, que as forças no manche produzidas pela tripulação foram sempre menores que as forças no manche necessárias para recuperar a aeronave”. Nesse acidente, a falha do sistema de compensação da aeronave iniciou-se as 08h37min54seg e o impacto com o solo deu-se as 08h39min10seg, a uma velocidade de 677,8 Km/h. Embora seja um modelo maior e diferente do T-27, o tempo decorrido entre a detecção da falha pelo sistema da aeronave e a queda da mesma ilustra o quão grave ela é, e a magnitude de estresse que é imposto ao piloto. Ela, claramente mostra que o piloto, simultaneamente e em curtíssimo espaço de tempo, deve tomar várias decisões que poderão salvá-lo ou custar-lhe a vida, além de exercer um grande nível de força nos comandos.

Na página 35 do mesmo relatório, descreve-se um incidente com um ATR 42-300, em 01 janeiro de 2001. A aeronave teria sofrido um disparo de compensador de profundor, no sentido de cabrar, durante a aproximação. Foi mencionado que a tripulação conseguiu restabelecer o controle e pousar, apesar do elevado nível de força requerido nos comandos.

Portanto, diante de condições de pilotagem que fogem à normalidade, ocasionadas por problemas mecânicos inesperados, apresentar um bom nível de força isométrica é imprescindível, pois a segurança do cadete ou do piloto será, em parte, dependente da sua força física.

Especificamente para pilotos militares, a medida da força isométrica de membros superiores pode ser utilizada para diagnosticar os níveis de força compatíveis com o adequado desempenho das tarefas operacionais. Segundo Gorla (2018), além de medidas de força

isométrica máxima, se faz necessário a análise da força de resistência, através da obtenção dos valores de sustentação da mesma ao longo do tempo, uma vez que as curvas força-tempo podem fornecer informações relevantes sobre a capacidade de sustentação da força e, conseqüentemente, indicar a capacidade de desempenho nas atividades operacionais. Além disso, o conhecimento do comportamento dos níveis de força pode subsidiar a elaboração de treinamentos específicos, visando aumentar a segurança de voo.

Após levantamento nas principais bases de dados científicos, estudos relativos a valores normativos e análises dos parâmetros da curva de força-tempo isométrica de membros superiores, específicos para pilotos, não foram encontradas na literatura.

Informações sobre o tempo de sustentação de força isométrica de 30 Kgf e sobre seu declínio, em movimentos específicos do manche da aeronave T-27, possibilitarão aos profissionais que atuam na formação dos futuros aviadores da FAB auxiliar na avaliação e na prescrição de treinamento físico dos mesmos. Será possível agregar valor na formação e na segurança dos cadetes, visando um melhor desempenho tarefas operacionais específicas para pilotos. Isso se faz mais relevante ainda ao se considerar o sexo feminino, pois os requisitos para o exercício da pilotagem são os mesmos para ambos os sexos.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar o tempo de sustentação de 30 Kgf em contração isométrica de membro superior direito, seguido da avaliação da taxa de declínio dessa força, em cadetes da AFA, de ambos os sexos, em simulador de forças da aeronave T-27.

Objetivos específicos

- Avaliar o tempo de sustentação máximo de 30 Kgf, seguido do seu declínio, durante um minuto, em contração isométrica de membro superior direito, nos movimentos de cabrar (puxar o manche para trás), picar (empurrar o manche para a frente), rotação externa (empurrar o manche para a direita) e rotação interna (puxar o manche para a esquerda), em cadetes de ambos os sexos;
- Avaliar a contração isométrica voluntária máxima de membro superior direito, nos movimentos de cabrar, picar, rotação externa e rotação interna em cadetes de ambos os sexos;
- Avaliar os fatores associados ao tempo de sustentação máximo de 30 Kgf nos movimentos de cabrar, picar, rotação externa e rotação interna em cadetes de ambos os sexos;
- Avaliar os fatores associados ao declínio de força isométrica nos movimentos de cabrar, picar, rotação externa e rotação interna em cadetes de ambos os sexos;
- Avaliar os fatores associados à força de contração isométrica voluntária máxima nos movimentos de cabrar, picar, rotação externa e rotação interna em cadetes de ambos os sexos;

- Avaliar a relação entre tempo de sustentação máximo de 30 Kgf, declínio da força isométrica máxima, contração isométrica voluntária máxima e fatores associados intra e intersexos.

METODOLOGIA

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal, exploratório e descritivo com cadetes aviadores da Força Aérea Brasileira.

População e Amostra

A população do estudo será composta pela totalidade dos cadetes (114) cursando o último ano de formação na AFA. O tamanho da amostra será calculado após realização do estudo piloto, para determinação do desvio-padrão populacional, relativo ao tempo de sustentação de 30 Kgf. A amostra será selecionada randomicamente, entre aqueles que aceitarem participar do estudo, após explanação dos objetivos e esclarecimentos.

Critérios de elegibilidade

Será adotado como critério de inclusão para participar do estudo: ser cadete aviador da AFA, com idade entre 20 a 26 anos; não possuir limitação musculoesquelética nos membros superiores que possa ser agravada com a aplicação do estudo; não apresentar estados espoliativos, como infecção, inflamação, febre, estresse metabólico e diarreia no dia anterior e no dia da aplicação dos testes; ter assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O início da pesquisa será precedido de reunião na AFA para explanação do projeto, para esclarecimento de dúvidas e para informar sobre a dinâmica (etapas) do mesmo. Após triagem inicial, os voluntários, esclarecidos sobre a dinâmica e os procedimentos do estudo e, após a sua compreensão, receberão o TCLE para assinatura.

Procedimentos para coleta de dados

O estudo compreenderá quatro blocos de avaliação: o primeiro compreende a recolha de dados antropométricos (peso, estatura e perímetros), de força de prensão manual e de composição corporal por meio de dobras cutâneas. O segundo bloco inclui a aplicação de questionários estruturados para obtenção de dados sociodemográficos, comportamentais e estado de saúde, informações nutricionais, de comportamentos do sono, de consumo de suplementos, de hábitos da vida diária, de envolvimento em atividades esportivas e de ocorrência de lesões. O terceiro bloco será composto pela aplicação dos testes isométricos de membro superior direito, nas quatro posições do manche, no simulador do T-27, e pelas medidas de

frequência cardíaca e pressão arterial. O quarto bloco será constituído pela avaliação da força isométrica máxima de membro superior direito, nos quatro movimentos do manche.

A ordem, o momento e a dinâmica de aplicação das distintas avaliações levarão em conta a rotina dos cadetes, de modo a não interferir nos estudos e treinamentos. Para tanto, será estabelecido um cronograma de avaliação individual, que será testado no estudo piloto, para as devidas adequações. Espera-se coletar todos os dados dentro de um período de, no máximo, quatro semanas.

Variáveis antropométricas e de composição corporal

Todas as medidas antropométricas serão feitas conforme padronização da ISAK (International Standards for Anthropometric Assessment; STEWART *et al.*, 2011) e serão mensuradas por um único avaliador treinado, sendo obtidas em triplicata, adotando-se o valor mediano.

Serão obtidas as seguintes medidas antropométricas: Massa corporal (kg); Estatura (m); Índice de Massa Corpórea (kg/m²) por meio da fórmula: $IMC (Kg/m^2) = \text{Massa corporal (Kg)} / \text{Estat}^2 (m)$, com classificação do estado nutricional pelos valores referenciados pela ABESO (2016, pág. 16.); Perímetro de braço direito relaxado; Perímetro de braço direito contraído; Perímetro de antebraço direito.

A composição corporal será avaliada pela medida de três dobras cutâneas: peitoral, abdômen e coxa medial, realizadas com um compasso Lange®, sempre pelo mesmo avaliador. Serão realizadas três medidas não consecutivas em cada uma das dobras, do lado direito do corpo. O valor adotado será a mediana das três medidas em cada ponto. O percentual de gordura será estimado utilizando a fórmula proposta por Jackson, Pollock e Ward (1978): $(\%G = 1,10938 - 0,0008267(PT+AB+CX) + 0,0000016(PT+AB+CX) - 0,0002574(ID))$.

Testes de força muscular

Os testes serão realizados em simulador de forças da aeronave EMB 312 (T-27 Tucano), especificamente construído para avaliação de forças e treinamento físico de pilotos e cadetes da AFA (BEZERRA; SHIMANO, 2011). O equipamento simula, através de um manche e um sistema de molas, as forças mecânicas muito próximas às forças reais aplicadas ao manche durante a execução de manobras aéreas. O mesmo é composto por quatro células de carga, conectadas a um módulo codificador de sinais, que é responsável pela filtragem e digitalização de sinais provenientes das células de carga, permitindo a quantificação das forças em função do tempo. Um software integrado ao módulo armazena e fornece informações sobre os registros de força e de momentos. O condicionador de sinais fornece as etapas de ganho de tensão variada, de tal forma que os sinais dos transdutores possam ser fielmente representados após a coleta de dados (BEZERRA *et al.*, 2020).

O teste de resistência isométrica consistirá em avaliar o tempo máximo de sustentação de 30 Kgf, em contração isométrica de membro superior direito, nos quatro movimentos realizados pelo manche: cabrar, picar, rotação externa e rotação interna.

Será adotado como critério para estabelecer o tempo máximo de sustentação isométrica o afastamento do batente (limite de percurso de movimento do manche). A partir do momento em que o cadete não conseguir manter 30 Kgf, será avaliado o declínio da força, pelo tempo de um minuto. O teste poderá ser interrompido, a qualquer momento, se forem observadas reações como dispneia severa, náuseas ou a pedido do avaliado. Ao final de cada teste será aplicada a escala de Percepção de Esforço de Borg 6-20 (BORG, 2000), para estimativa da percepção subjetiva de esforço.

Cada movimento será avaliado em dias separados, com intervalo de 48 horas entre uma posição e outra (GONÇALVES; SILVA, 2007). Considerando-se os quatro movimentos (1. Cabrar; 2. Picar; 3. Rotação interna e 4. Rotação externa), serão estabelecidas as seguintes sequências: 1234; 2341; 3412; e 4123. Para cada avaliado, será feito um sorteio prévio da sequência que deverá ser realizada.

O teste para avaliação da contração voluntária isométrica máxima (CVIM) também será realizado no mesmo simulador, em dois dias consecutivos, sendo dois movimentos por dia, selecionados randomicamente. No primeiro dia, cada cadete, após comando verbal, deverá realizar três tentativas de CVIM por cinco segundos de duração cada, separadas por três minutos de descanso, para um movimento do manche (FERRAZ, 2012). Após repouso de quinze minutos, será realizado o mesmo procedimento, porém para um outro movimento do manche, previamente sorteado.

Variáveis clínicas

Serão realizadas medidas de pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC). Inicialmente, será aferida a PA de repouso, com o indivíduo sentado com as pernas descruzadas e pés apoiados no chão, dorso relaxado e recostado na cadeira, braço direito relaxado e distendido na altura do coração, com palma da mão voltada para cima e cotovelo ligeiramente flexionado. A PA também será aferida imediatamente após o término de cada teste isométrico, e no primeiro minuto de recuperação, por meio de monitor de pressão sanguínea de insuflação manual.

Questionários

Serão aplicados questionários estruturados, versando sobre: anamnese, práticas esportivas, incidência de lesões, qualidade do sono, hábitos alimentares e dor ou desconforto físico. Os questionários para aferição da qualidade do sono são validados pela literatura (Escala de sonolência de Epworth e Índice da qualidade do sono de Pittsburgh). Já os demais questionários foram construídos para atender aos propósitos do presente estudo.

Análise estatística

Os dados serão submetidos à análise descritiva. Em seguida será realizado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade dos dados. Para comparação das variáveis entre os sexos, será utilizado o teste T de Student não pareado para dados com

distribuição normal, ou o teste U de Mann-Whitney para dados não paramétricos. Para análise da associação entre a força muscular e as demais variáveis serão utilizados os testes de correlação de Pearson (variáveis paramétricas) ou de Spearman (variáveis não-paramétricas), teste do qui-quadrado para variáveis categóricas, além do teste de regressão linear múltipla. Para a análise dos dados, será utilizado o software SPSS (versão 21). Será adotado $p < 0,05$ para todos os testes estatísticos.

Comitê de Ética

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade de São Paulo (USP), CAAE: 18114413.4.0000.5414, atendendo a legislação brasileira para pesquisa com seres humanos. A participação no estudo será voluntária, mediante autorização por meio da assinatura do TCLE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. **Mapa da obesidade**. São Paulo, 2016. Disponível em: < <http://www.abeso.org.br/atitude-saudavel/mapa-obesidade> >. Acesso em: 28 abr. 2020.

BARBOSA, F.; GONÇALVES, M. Análise da fadiga dos músculos eretores da espinha por meio da amplitude do sinal eletromiográfico durante contrações submáximas realizadas no teste de Sorensen. **Acta Brasileira do Movimento Humano**, v. 3, n. 4, p. 01-16, 2013.

BEZERRA, T. A. R. *et al.* Data acquisition system for revitalization of Aircraft EMB 312 T-27 and AT-29 Force Simulator. **International Journal of Astronautics and Aeronautical Engineering**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2020.

BERTOLAZI, A. N. *et al.* Validation of the brazilian portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **Sleep Medicine**, v. 12, n. 1, p. 70–75, 2011.

BERTOLAZI, A. N. *et al.* Portuguese-language version of the Epworth Sleepiness Scale: validation for use in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 35, n. 9, p. 877–883, 2009.

BEZERRA, T. A. R.; SHIMANO, A. C.; CALLEGARI I. O. M. Análise da força isométrica de cadetes da Força Aérea Brasileira em simulador de força da aeronave EMB 312 T-27. **Revista Conexão SIPAER**, v. 2, n. 3, p. 228-237, 2011.

BEZERRA, T. A. R.; SHIMANO, A. C. Simulador de forças e manobras da aeronave EMB 312 T-27 Tucano. **Revista Conexão SIPAER**, v. 2, n. 2, p. 45-63, 2011.

BEZERRA, T. A. R.; SHIMANO, A. C.; CAMPOS, F. A. D. Análise das forças exercidas em voo por Cadetes Aviadores da Força Aérea Brasileira. **Journal of Aeronautical Sciences**, v. 5, n. 2, p. 61-67, 2014.

BORG, G. **Escalas de borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: Manole, 2000.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). **Relatório Final A-006/CENIPA/2007**. Brasília, 2007. Disponível em: < <http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt> >. Acesso em: 16 jan. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2010-2031**. Brasília, 2016. Disponível em: < <http://www.fab.mil.br/cabine/publica-coes/pemaer.pdf> >. Acesso em: 16 jan. 2021.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Regulamento da Academia da Força Aérea**. Brasília, 2018. Diário Oficial da União nº 71, seção 1, p. 55, 13 abr. 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Manual de Procedimentos do Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea da Academia da Força Aérea - MAPRO 2021**. Brasília, 2021.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Regulamento da Academia da Força Aérea, **Plano de Unidade Didática**. Brasília, 2020.

EMBRAER. **Normas técnicas da aeronave EMB 312 Tucano (T - 27)**. São José dos Campos: Embraer, 1984.

FERRAZ, J. A. **Estudo de parâmetros associados a sinais de força variável durante a realização de contrações isométricas conduzindo a fadiga muscular**. 2012; 102 f.; Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

GONÇALVES, M.; SILVA, S. R. D. Análise de variáveis eletromiográficas durante contração isométrica fatigante. **Salusvita**, v. 26, n. 1, p. 39-51, 2007.

GONÇALVES, G. H. *et al.* Força de prensão palmar e pinça digital em diferentes grupos de pilotos da Academia da Força Aérea Brasileira. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 141-146, 2010.

GORLA, J. A. **Estudo da musculatura flexora de dedos a partir da análise das curvas força-tempo**. 2018. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Bioengenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

HENDRIKSEN, I. J.; HOLEWIJN, M. Degenerative changes of the spine of pilots of the RNLAf. *In: RTO HFM Symposium on "Operational Issues of Aging Crewmembers"*, Toulon, France, 1999. **Anais**. Published in RTO MP-33.

HUNTER, S. K.; ENOKA, R. Changes in muscle activation can prolong the endurance time of a submaximal isometric contraction in humans. **Journal of Applied Physiology**, Massachusetts, v. 94, p.108-118, 2003.

HYDREN, J. R.; BORGES, A. S.; SHARP, M. A. Systematic review and metanalysis of predictors of military task performance: maximal lift capacity. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 4, p. 1142-64, 2017.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, n. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

MELLO, E. M. **Estudo da atividade mioelétrica em exercícios isométricos com diferentes contrações**. 2006. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Bioengenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MELLO E. M. *et al.* Avaliação de parâmetros eletromiográficos em diferentes ações musculares durante contrações isométricas submáximas. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v. 9, n. 16, p. 47-54, 2008.

MORITANI, T.; TAKAISHI, T.; MATSUMOTO, T. Determination of maximal power output at neuromuscular fatigue threshold. **Journal of Applied Physiology**, v. 74, n. 4, p. 1729-1734, 1993.

POSER, W. M. *et al.* Simulated casualty evacuation performance is augmented by deadlift peak force. **Military Medicine**, v. 184, n. 9-10, p. e406-e411, 2019.

RINTALA, H. *et al.* Relationships between physical fitness, demands of flight duty, and musculoskeletal symptoms among military pilots. **Military Medicine**, v. 180, n. 12, p. 1233-1238, 2015.

SÁ, G. B.; SCHULTZ, A. **Aviação de combate: condição física e autonômica cardiovascular**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

STEWART, A. *et al.* **International standards for anthropometric assessment**. Lower Hutt. ISAK, 2011.

TEIXEIRA, M. D. *et al.* Estudo comparativo da força muscular da mão entre cadetes homens e mulheres da Força Aérea Brasileira. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 143-147, 2009.

Proposta de validação do índice de adiposidade visceral pela ressonância magnética em pilotos da Força Aérea Brasileira

José Pedro Rodrigues Ravani - 1ºTen QOMED, HAAF/RJ

Dra. Leonice Aparecida Doimo - UNIFA/RJ

Dra. Fabrícia Geralda Ferreira - EPCAR/MG

Palavras-chaves: Índice de adiposidade visceral; Gordura visceral; Validação; Militar; Pilotos.

INTRODUÇÃO

A obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, apresentando crescente prevalência em todo o mundo, sendo também uma realidade no meio militar (EILERMAN *et al.*, 2014; NEVES; SALAMUNES; STADNIK, 2018). A distribuição do tecido adiposo é diferenciada entre as estruturas e compartimentos corporais em cada indivíduo, sendo esta distribuição mais importante que o excesso de peso em si, visto que, o acúmulo desse tecido, na região central, está fortemente associado às desordens metabólicas decorrentes da obesidade (LEMIEUX *et al.*, 2007).

O tecido adiposo depositado na região central do corpo é composto pela gordura subcutânea e visceral, sendo que o acúmulo de tecido adiposo abdominal visceral (TAV) tem sido associado à resistência insulínica (RI), à síndrome metabólica (SM) e ao risco aumentado de desenvolver diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), aterosclerose, dislipidemia, hipertensão e doença cardíaca coronariana (OIKONOMOU; ANTONIADES, 2019).

A despeito das evidências crescentes sobre a relevância clínica da avaliação da adiposidade visceral, sua aplicação na prática clínica cotidiana é limitada por equipamentos e dificuldades técnicas (BELLO-CHAVOLLA *et al.*, 2019). Essa avaliação pode ser realizada por meio de métodos criteriosos como a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM), exames considerados padrão ouro, mas de alto custo (SHUSTER *et al.*, 2012). Existe ainda métodos de mais baixo custo e com boa reprodutibilidade, como a ultrassonografia (US), a bioimpedância (BIA), a absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) e, por último, as equações preditivas que são formas alternativas para estimar esta gordura (PETRIBÚ *et al.*, 2012a).

A fim de propiciar uma maior aplicabilidade na prática clínica e nos estudos epidemiológicos, ao longo dos anos, diferentes indicadores antropométricos têm sido utilizados para avaliar gordura abdominal, entre eles a relação cintura quadril, o perímetro da cintura (PC), relação cintura estatura, o diâmetro abdominal sagital e o índice de conicidade (VASQUES *et al.*, 2009), porém, nenhum deles consegue distinguir a área de gordura subcutânea e a de gordura visceral. Quanto ao índice de massa corporal (IMC), que é um método amplamente utilizado devido sua simplicidade e facilidade de obtenção de medida, este apenas classifica o estado nutricional do indivíduo, não mensurando a gordura corporal total ou a distribuição desta (LORENZO *et al.*, 2014).

Um outro método alternativo que atualmente vem sendo utilizado para identificação da obesidade central é o Índice de Adiposidade Visceral (IAV), composto por medidas antropométricas como IMC, PC e medidas séricas de triglicerídeos (TG) e de lipoproteína-colesterol de alta densidade (HDL-c). Este índice é um modelo empírico matemático, específico por sexo, que tem demonstrado ser um indicativo da distribuição e função da gordura (AMATO *et al.*, 2010), e ainda um substituto melhor do que os índices antropométricos isolados em prever distúrbios metabólicos relacionados à RI (WEI *et al.*, 2019).

No que se refere à relação entre adiposidade e operacionalidade verificamos que uma relação inversa entre o desempenho físico e a gordura corporal é fundamental para a operacionalidade e a qualidade de vida dos militares, sendo que os componentes da SM impactam negativamente na saúde e na qualidade de vida da população em geral, e estão relacionados a piores indicadores de saúde em militares (ROSA *et al.*, 2018). Porém, são escassos os estudos que identificaram a obesidade visceral em adultos no Brasil, particularmente em militares. Estudos desenvolvidos em pilotos militares, mesmo em âmbito mundial, são ainda mais raros. O único estudo encontrado foi realizado recentemente, com pilotos militares da Espanha, e observou que o excessivo acúmulo de TAV também pode deteriorar a conectividade cerebral (CÁRDENAS *et al.*, 2020). Entre os poucos estudos existentes realizados no Brasil em militares, está o de Costa *et al.* (2011), que reforça a presença desse tipo de obesidade na SM, e afirma que, aproximadamente um terço do pessoal militar estudado, apresentava dois ou mais fatores de risco para a SM.

Mesmo diante da relevância desta adiposidade e da possibilidade do IAV ser uma ferramenta de mais baixo custo para identificação de indivíduos com acúmulo excessivo de gordura visceral, e com uma possível disfunção do tecido adiposo, não há registro de estudos desenvolvidos no Brasil que visaram validar o IAV. A importância da validação deste índice para população brasileira se dá pelo fato de o mesmo ter sido modelado em população caucasiana, com característica distinta da nossa, necessitando de estudos em outros grupos populacionais, a fim de verificar sua validade, como foi verificado nas validações em crianças mexicanas (GARCÉS *et al.*, 2014; HERNÁNDEZ *et al.*, 2018), em população coreana (OH *et al.*, 2018) e chinesa (WU *et al.*, 2017).

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Apesar dos constantes esforços das Forças Armadas do Brasil em manterem seus militares prontos para o combate, observa-se, assim como no meio civil, um crescimento das doenças metabólicas, em particular da obesidade (MARTINEZ, 2009). Assim, estudar métodos de mais baixo custo e fácil aplicabilidade, que propiciem a identificação de indivíduos com acúmulo excessivo de adiposidade visceral e risco cardiometabólico aumentado, antes da manifestação clínica das doenças é importante, pois possibilita intervenções precoces que possam diminuir os riscos de morbimortalidade, assim como redução da operacionalidade da tropa.

Neste contexto, o IAV surge como uma ferramenta que pode ser útil, por ser capaz de indicar tanto a distribuição como a função da gordura, sendo sugerido como um marcador

substituto de disfunção do tecido adiposo, e refletindo indiretamente risco cardiometabólico. Uma vantagem da utilização deste índice é que, para seu cálculo, são necessários medidas antropométricas e testes bioquímicos simples, com custo relativamente baixo. Por isso, ele pode ser amplamente utilizado para fins de identificação de indivíduos em risco, sem necessidade inicial de utilização de exames mais dispendiosos e nem sempre disponíveis.

Desta forma, com a finalidade de viabilizar e facilitar o diagnóstico e acompanhamento da obesidade central entre pilotos, utilizando método mais barato e prático, validar o IAV torna-se interessante, pois ele pode permitir diagnóstico precoce, direcionar políticas de prevenção nas organizações militares, contribuindo para a manutenção e o aprimoramento operacional das tropas.

HIPÓTESE

O IAV é válido como indicador de teor de adiposidade visceral em pilotos da Força Aérea Brasileira.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A obesidade possui causas multifatoriais e sua ocorrência predispõe o indivíduo ao desenvolvimento de doenças cardiometabólicas (ALDISS *et al.*, 2017), autoimunes (VAN RAEMDONCK *et al.*, 2018) e câncer (KOMPELLA; VASQUEZ, 2019), sendo considerada um problema de saúde pública (SMITH; SMITH, 2016).

Nos últimos anos a prevalência da obesidade aumentou mundialmente, sendo considerada uma epidemia global que necessita de múltiplas intervenções. Em 2016, quase 2 bilhões de adultos no mundo foram considerados com excesso de peso, e destes, mais de 650 milhões eram obesos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). Esses valores mostram o grande desafio que precisa ser enfrentado.

No Brasil, a prevalência estimada de excesso de peso e obesidade aumentou respectivamente 18,8% e 46%, nesta última década, nas 26 capitais e no Distrito Federal. O diagnóstico de excesso de peso passou de 46,6% em 2009 para 55,4% em 2019; já a obesidade aumentou de 13,9% para 20,3% (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013, 2020), sendo os dados de massa e estatura nestes estudos autorreferidos. Já utilizando dados aferidos (Pesquisa Nacional de Saúde de 2013), a prevalência de obesidade entre os homens foi de 16,8% e entre mulheres de 24,4% (FERREIRA; SZWARCOWALD; DAMACENA, 2019).

Assim como nos dois estudos nacionais descritos acima para o diagnóstico de excesso de peso e obesidade em adultos, o critério mais comumente utilizado é o IMC. Este índice é calculado dividindo-se a massa corpórea do indivíduo em quilogramas (Kg) pela estatura em metros elevada ao quadrado (m^2), sendo classificados como obesos os indivíduos que apresentam $IMC \geq 30kg/m^2$ e com excesso de peso aqueles com $IMC \geq 25 kg/m^2$ (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000).

Embora este critério seja amplamente utilizado devido a sua simplicidade, principalmente em estudos epidemiológicos, ressalta-se que ele não faz distinção entre massa gorda e massa

magra (HARRIS, 2002). Além disso, o IMC desconsidera a distribuição de gordura corporal (LEE *et al.*, 2018), fator importante para avaliação de risco à saúde, uma vez que é o acúmulo de gordura na região central que está fortemente associado às desordens metabólicas atribuídas à obesidade (LEMIEUX *et al.*, 2007). Isto mostra que a distribuição do tecido adiposo pode ser mais importante que o excesso de peso propriamente dito.

No entanto, são escassos os estudos com amostras representativas que avaliaram a prevalência de obesidade central em adultos no Brasil. Entre os existentes, temos os dados da pesquisa nacional de saúde (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA., 2015) que encontraram prevalência total de 37,7%, sendo 21,8% entre os homens e 52,1% entre mulheres. Nos demais estudos encontrados, as prevalências variaram de 12,9% a 32,9% entre homens e de 35,7% a 69,9% entre mulheres (LINHARES *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015, 2009; PINHO *et al.*, 2013). Estas diferenças podem ser atribuídas aos pontos de cortes adotados, assim como a diferenças específicas da população estudada.

Para estratificação do risco à saúde decorrente da obesidade, são necessários os diagnósticos mais precisos da quantidade de gordura corporal e, sobretudo, de sua distribuição. Logo, dependendo do padrão de distribuição de gordura, pode ocorrer maior ou menor risco para a saúde do indivíduo (HASLAM; JAMES, 2005).

Compartimentos de gordura corporal

A distribuição de gordura corporal pode variar amplamente entre os indivíduos, sendo que a obesidade central (principalmente a visceral), denominada androide, é relacionada ao aumento de risco metabólico (KANG *et al.*, 2011). A obesidade periférica, com acúmulo preferencial de gordura nas regiões gluteofemorais e nas pernas, classificada como ginoide, é associada a um menor risco, podendo até ser considerada protetora (GUGLIELMI; SBRACCIA, 2018).

Este tecido adiposo depositado na região central do corpo, também pode ser dividido em subcutâneo (TAS) e TAV que, por sua vez, é independentemente associado a vários marcadores inflamatórios (YU *et al.*, 2019). O acúmulo do mesmo tem sido, ainda, relacionado à RI, SM, ao aumento do risco em desenvolver DM2, aterosclerose, dislipidemia, hipertensão e coronariopatia (OIKONOMOU; ANTONIADES, 2019).

Assim, os indivíduos obesos que apresentam predomínio de gordura intra-abdominal correm maior risco de desenvolver SM em relação àqueles que acumulam mais gordura subcutânea. A própria localização do TAV pode justificar seus efeitos prejudiciais, considerando que seus metabólitos e ácidos graxos livres drenam diretamente para a circulação portal, podendo prejudicar a função hepática e levar à resistência insulínica (RYTKA *et al.*, 2011; VISHVANATH; GUPTA, 2019).

Outros mecanismos potenciais para essas ações deletérias do TAV incluem diferenças na natureza dos adipócitos, como seu tamanho menor, maior teor de proteína, alta taxa de incorporação de ácidos graxos e um padrão pró-inflamatório de secreção de adipocina (SAM, 2018). Há ainda, o relato de que os adipócitos foram considerados menores no TAV, visto que a maior quantidade destes foram relacionados à presença de DM2 (FANG *et al.*, 2015).

Mesmo com todas estas condições adversas relacionadas à gordura visceral, é um dilema a dificuldade de sua aferição, pois métodos mais precisos são dispendiosos. Apesar de existirem vários métodos mais acessíveis difundidos, geralmente estes não são fidedignos o suficiente. Assim, é notória a necessidade de uma medida mais prática por menor custo.

Métodos de avaliação da adiposidade corporal

A estimativa da quantidade de gordura visceral é necessária para garantir o diagnóstico, o monitoramento e as respostas ao tratamento na obesidade, devido aos seus riscos à saúde. Para isto, existem diversos métodos e exames, cada um com suas particularidades, vantagens e desvantagens.

Os exames considerados padrão ouro para esta aferição são os de imagem, dentre eles os principais são a RM e a TC (PETRIBÚ *et al.*, 2012b). Variavelmente, de acordo com a literatura, também podem ser considerados potenciais nesta estimativa a DXA (MOHAMMAD *et al.*, 2017) e a US (GOUVÊA *et al.*, 2013).

Destes métodos de imagem, a TC e a RM são referência por apresentarem melhor resolução espacial, mas o seu emprego na prática clínica é limitado devido ao seu alto custo (SHUSTER *et al.*, 2012). Além disso, a exposição à radiação na TC, bem como a inacessibilidade e o tempo de realização da RM, justificam a análise através de outros métodos (MURPHY *et al.*, 2019; PEKGOR *et al.*, 2018).

Especificamente, a RM se tornou ferramenta importante para quantificação de gordura em diferentes compartimentos do corpo, por gerar imagens de alto contraste tecidual e por ser considerada precisa para quantificar o TAV (CUNHA *et al.*, 2020; MEYER-GERSPACH *et al.*, 2019). A aquisição destas imagens na sequência em T1 gradiente (em fase e fora de fase), no plano axial a nível umbilical, permite delinear as áreas de TAV e TAS em centímetros quadrados, que requer análise por especialistas treinados (PARENTE *et al.*, 2018). Esta necessidade, assim como o tempo para aferição, reforçam as limitações práticas da RM, apesar de ser considerada um dos métodos mais avançados para este objetivo (SUN; XU; FREELAND-GRAVES, 2016).

Quanto à DXA, esta consegue estimar a gordura visceral de forma indireta (na diferença da gordura total pela subcutânea), com menor dose da exposição à radiação em relação à TC, porém, apresenta resolução espacial muito inferior e não consegue mensurar o TAV isoladamente, diferente da TC e da RM (VASQUES *et al.*, 2010). Além disso, a DXA pode subestimar ligeiramente o TAV entre indivíduos com peso normal e superestimá-lo entre aqueles com alto grau de obesidade na análise comparativa com dados de RM (NEELAND *et al.*, 2019).

No que tange à US, é um exame rápido e não invasivo, capaz de quantificar diretamente o TAV e o TAS (PONTI *et al.*, 2020). No entanto, por ser um exame operador dependente, pode levar à diferença de medidas conforme a habilidade do examinador (MAUAD *et al.*, 2017).

Outro método que merece ser descrito é a impedância bioelétrica ou bioimpedância, análise que se baseia na resistência do corpo à passagem de uma corrente elétrica, determinando a massa livre de gordura e inferindo a gordura corporal. Contudo, tende a subestimar o TAV com o aumento da massa corpórea, sendo esse efeito mais evidente no sexo

masculino (GÓMEZ-AMBROSI *et al.*, 2018). Ademais são necessários estudos para estabelecer se é um método consistentemente superior ao PC na estimativa do TAV em diferentes populações (FANG *et al.*, 2018).

Além destes exames, diferentes indicadores antropométricos vêm sendo utilizados para estimar gordura abdominal de maneira indireta (CHEN *et al.*, 2020) porém, nenhum deles distingue a área de gordura subcutânea da visceral. Entre os mais utilizados para a avaliação da distribuição da adiposidade corporal estão o índice sagital, bem como relações cintura quadril e cintura coxa (VASQUES *et al.*, 2009).

Na prática clínica, o IMC é um parâmetro seguro e comumente utilizado para avaliar a obesidade generalizada, mas sem associação linear com a porcentagem adiposa corporal, enquanto o PC também é considerado um método simples e barato para medir a obesidade abdominal ou central (SWAINSON *et al.*, 2017). Destes, o mais utilizado seria o PC, que foi incorporado ao teste de avaliação do condicionamento físico (TACF) na Força Aérea Brasileira (FAB), no ano de 2020, e deve ser mensurado na menor circunferência, medida entre a última costela e a crista ilíaca (COMANDO DA AERONÁUTICA, 2019).

Outras formas alternativas para estimar a gordura visceral também são descritas na literatura, como as equações preditivas, método cuja principal vantagem compreende ser de boa reprodutibilidade e menor custo (PETRIBÚ *et al.*, 2012a). Contudo, diversas equações têm sua acurácia contestada, devido a discrepâncias entre estudos, considerando que algumas foram originalmente validadas em populações específicas, não tendo a certeza da validação em outras (JAAFAR *et al.*, 2021).

Uma alternativa atual para identificar a obesidade visceral que vem sendo utilizada é o Índice de Adiposidade Visceral (IAV), composto por parâmetros antropométricos (IMC e PC), bem como parâmetros funcionais (TG e HDL-c). Ele é um modelo empírico matemático, específico por sexo que, apesar de não fazer a mensuração da quantidade de gordura visceral, tem demonstrado ser indicador da distribuição e da função desta gordura (AMATO *et al.*, 2010). É considerado ainda, um substituto melhor do que os índices antropométricos isolados em prever distúrbios metabólicos relacionados à RI (WEI *et al.*, 2019), e um indicador confiável da disfunção adiposa visceral, associando fortemente seu aumento ao risco cardiometabólico (AMATO *et al.*, 2014; ŠTĚPÁNEK *et al.*, 2019). As fórmulas utilizadas para cálculo são:

$$\text{IAV (masculino)} = (\text{PC}/39,68 + (1,88 \times \text{IMC}) \times (\text{TG}/1,03) \times (1,31 / \text{HDL-c})$$

$$\text{IAV (feminino)} = (\text{PC}/36,58 + (1,89 \times \text{IMC}) \times (\text{TG}/0,81) \times (1,52 / \text{HDL-c})$$

Todavia, este índice foi modelado em população caucasiana e necessita de pesquisas em outros públicos, pelo fato de que a distribuição da gordura corporal pode variar em diferentes grupos étnicos (YANG *et al.*, 2020). Até o momento, a adaptação e validação da fórmula foi realizada para população coreana (OH *et al.*, 2018), chinesa (WU *et al.*, 2017) e crianças mexicanas (GARCÉS *et al.*, 2014; HERNÁNDEZ *et al.*, 2018), mas não foi encontrado registro de estudos desenvolvidos no Brasil que validaram o IAV.

Operacionalidade e adiposidade visceral em pilotos militares

Os problemas observados no aumento da adiposidade não são exclusivos da população civil, principalmente quando se trata de obesidade visceral e suas repercussões sistêmicas. Também são visualizados em militares e, dentro desta categoria, os aviadores, podendo repercutir negativamente na saúde e na operacionalidade da tropa, onerando o sistema, colocando em xeque o trinômio homem-máquina-espço e, como consequência, a defesa da pátria.

Estudo de prevalência de obesidade entre militares da FAB mostrou que, em 2008, utilizando dados coletados no Teste de Avaliação de Condicionamento Físico (TACF), um total de 45,5% dos militares eram considerados com excesso de peso ou com obesidade. Já entre os aeronavegantes, avaliados no Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL) em 2005, a prevalência de obesidade foi de 8,1% (MUNIZ; BASTOS, 2010).

É importante lembrar que a obesidade e o sobrepeso levam a maiores custos com saúde, à perda de produtividade e ao maior tempo de absenteísmo, quando se relaciona IMC e despesas médicas com trabalhadores, em vários países e nos diversos setores, inclusive militares (GOETTLER; GROSSE; SONNTAG, 2017; SCHMIER; JONES; SCHMIER, 2006). A ausência no trabalho pode variar em gravidade e duração, associada a deficiências de curto ou longo prazo, gerando dificuldades sociais e financeiras para os funcionários e os empregadores (NOWROUZI *et al.*, 2016). Há também evidência crescente do "presenteísmo", termo referente à menor produtividade dos empregados com obesidade (FINDELSTEIN *et al.*, 2010).

Quando se trata do piloto, a obesidade generalizada também limita sua mobilidade na cabine, bem como pode aumentar o risco de incapacidade súbita e a chance de doença descompressiva, devido à afinidade do nitrogênio pela gordura (TEMPORAL; PANNAIN, 2005). Outrossim, dentre os principais estressores fisiológicos envolvidos em incidentes e acidentes aeronáuticos, estão a fadiga de voo e a privação de sono, que estão diretamente relacionadas à obesidade e ao sedentarismo (MUNIZ; BASTOS, 2010).

Em uma análise observacional de 1198 pilotos civis brasileiros, a prevalência de sobrepeso foi de 53,7% e de obesidade de 14,6% (PALMEIRA; MARQUEZE, 2016). Os fatores de risco para a obesidade nestes profissionais incluíam o trabalho noturno, dificuldade em relaxar após o trabalho, dormir pouco nos dias de folga, ter outras doenças diagnosticadas e pouca prática de exercício físico.

Contudo, poucos estudos exploraram os prejuízos ocasionados pela obesidade central no desempenho operacional em militares brasileiros, tampouco na categoria dos aviadores, e nenhum até o momento abordou as consequências da elevação da adiposidade visceral nesta população. Isto deve estar relacionado à dificuldade de quantificação do TAV e aos elevados custos inerentes à aferição por métodos padrão ouro.

Entre os estudos existentes, a maior parte centra-se na avaliação da SM, como pode ser observado na pesquisa conduzida pelo Exército Brasileiro, em 2004, ao avaliar 250 militares e identificar uma prevalência de SM de 18,7%. Quando avaliada a prevalência apenas entre os militares obesos, essa aumentou para 74,3%, ratificando o efeito deletério da obesidade (ROSA, 2019). Na Marinha do Brasil, estudo conduzido envolvendo 1.383 militares, reforça a presença

de obesidade abdominal no fenótipo da SM. Foi identificada uma prevalência de SM de 17,6% (COSTA *et al.*, 2011).

Até mesmo no cenário internacional, a literatura é escassa quando se refere à gordura visceral em militares. Um estudo em finlandeses jovens no serviço militar, constatou que a diminuição da área de TAV está ligada a reduções na pressão arterial e níveis de lipídios, com diminuição significativa do risco cardiovascular (CEDERBERG *et al.*, 2011). Já pesquisa com pilotos militares espanhóis, observou que quantidade excessiva de TAV pode deteriorar a conectividade cerebral, prejudicando tomadas de decisões em condições extremas (CÁRDENAS *et al.*, 2020). No entanto, não foram encontrados até o momento, trabalhos dirigidos à avaliação da gordura visceral com suas repercussões metabólicas e operacionais em pilotos da FAB.

Importância da validação do IAV em brasileiros, especialmente em pilotos

De acordo com o discorrido, acredita-se que a obesidade visceral implica na operacionalidade, principalmente associando esse tipo de gordura ao prejuízo na saúde da tropa. E no que tange à administração do pessoal, é preciso monitorar essa mazela. Também é importante lembrar que o perfil de deposição de gordura varia em cada população, e que diferentes métodos podem ser utilizados para a mensuração dessa adiposidade, porém, muitos deles com baixa acurácia e precisão.

Considerando que as atividades inerentes à aviação podem contribuir para o acúmulo de gordura, além de estimular a maior liberação de catecolaminas, quando em conjunto podem propiciar eventos cardiovasculares em indivíduos predispostos (NICOL *et al.*, 2019). Além disso, como militares, os aviadores da FAB são ainda responsáveis pela segurança pública. Assim, é imperativo que mantenham boa saúde, evitando incapacidade súbita em voo (BHAT *et al.*, 2019).

Desta maneira, a manutenção da tropa operacional, tendo em vista uma menor concentração de gordura visceral, pode minimizar não só o absenteísmo e o custo com a saúde do efetivo, mas também objetivaria uma melhor qualidade de vida do pessoal. Por conseguinte, validar um indicador que possa ser rotineiramente utilizado para avaliação da adiposidade visceral, com maior sensibilidade e especificidade que parâmetros clássicos, pode contribuir para facilitar o diagnóstico e acompanhamento da obesidade entre pilotos.

Assim, com a validação do IAV na população de pilotos da FAB, a estimativa da gordura visceral poderia ser realizada de forma rotineira nas inspeções de saúde, possibilitando direcionar estratégias de prevenção à saúde à população militar em geral. Desta forma, promove a proteção em relação às DCNT, e ainda poder reduzir os custos da saúde, melhorando a qualidade de vida e a produtividade das Forças Armadas.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Validar a utilização do índice de adiposidade visceral como índice indicativo do teor de gordura visceral, em pilotos da Força Aérea Brasileira.

Objetivos específicos

- Avaliar a concentração de gordura visceral e subcutânea dos pilotos por meio da RM;
- Verificar os fatores associados à concentração de tecido adiposo visceral e tecido adiposo subcutâneo dos pilotos;
- Avaliar a distribuição do índice de adiposidade visceral, segundo variáveis sociodemográficas e comportamentais;
- Verificar a validade do índice de adiposidade visceral como preditor da adiposidade visceral;
- Estabelecer o ponto de corte para o índice de adiposidade visceral na identificação do excesso de adiposidade visceral e consequente risco cardiometabólico;
- Determinar o local anatômico de medição do perímetro da cintura que melhor se correlaciona com o tecido adiposo visceral e tecido adiposo subcutâneo;
- Estabelecer o ponto de corte para circunferência da cintura na identificação do excesso de adiposidade visceral;
- Caso a equação original do IAV não seja válida, propor uma nova equação para a determinação da adiposidade visceral, específica para a população de pilotos brasileiros.

METODOLOGIA

Amostra

Será recrutada, por conveniência, uma amostra composta por 40 militares, pilotos da ativa da Força Aérea Brasileira, do sexo masculino, na faixa etária de 25 a 45 anos, sem nenhuma doença crônica diagnosticada previamente. O tamanho amostral baseou-se no fato de que, para estudos correlacionais, uma amostra mínima de 30 indivíduos é necessária (PEDHAUZER, 1996), e de não ser pré-requisito para estudos de validação uma amostra representativa (DEURENBERG *et al.*, 2000). No entanto, propomos um número maior que o mínimo para obtermos maior poder nos testes estatísticos das análises que serão empregadas.

Caso a equação do IAV proposta por Amato *et al.* (2010) não seja válida para aplicação na população brasileira, será proposta uma nova equação, utilizando os mesmos princípios da fórmula original. Os voluntários serão divididos de forma randômica em dois grupos: Grupo 1, utilizado para desenvolvimento da nova equação preditiva do IAV aplicada a nossa população, e o grupo 2, utilizado para a validação da referida equação, compostos por 28 e 12 indivíduos, respectivamente. Esta divisão seguiu as orientações de James *et al.* (JAMES; WHITE; KRAEMER, 2005).

Estudo piloto

Um estudo piloto será realizado com três voluntários, com a finalidade de verificar os ajustes dos equipamentos, treinar a equipe responsável pela coleta de dados e corrigir possíveis

erros. Os voluntários que fizerem parte do estudo piloto não irão compor a amostra do estudo e, tal como rege a ética em pesquisa com seres humanos, receberão seus resultados das avaliações devidamente analisados, com retorno e orientações.

Coleta de dados

A primeira etapa da coleta de dados será composta pela aplicação de um questionário estruturado, respondido on line via google forms, contendo questões relacionadas a aspectos de caracterização da amostra.

A segunda etapa será realizada nas dependências do Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG), onde serão avaliadas as medidas antropométricas, a composição corporal, coletado material biológico (sangue venoso periférico) e as imagens pela ressonância magnética, para quantificação da adiposidade visceral. Além disso, será realizada avaliação do consumo alimentar, do nível de atividade física, do índice de qualidade do sono e do nível de sonolência diurna.

O início da pesquisa será precedido de reunião com os pilotos para explanação do projeto, esclarecimento de dúvidas, e para informar sobre a dinâmica (etapas) do mesmo. Após triagem inicial, os voluntários, esclarecidos sobre a dinâmica e os procedimentos do estudo e, após a sua compreensão, receberão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para assinatura.

Descrição e operacionalização das variáveis

Adiposidade visceral medida por imagens de Ressonância Magnética

As imagens da RM serão obtidas no Setor de Imaginologia do Hospital de Força Aérea do Galeão (SIMG - HFAG), em equipamento GE Signa HDxt 1,5T. Serão adquiridas imagens pesadas em T1 gradiente (em fase e fora de fase) no plano axial, para a mensuração do TAV no nível umbilical (não incluindo alças intestinais), e estas áreas serão definidas com a função “*grow region*” do programa Osirix (PARENTE *et al.*, 2018). Dois médicos radiologistas, com 14 e 9 anos de experiência em imagem, cegos aos dados clínicos, medirão as áreas de gordura em centímetros quadrados. Será adotado o ponto de corte de 100 cm² para o diagnóstico da obesidade visceral excessiva (HIROOKA *et al.*, 2005; OH *et al.*, 2018). Tem sido atribuído a este valor um aumento do risco cardiovascular (GOUVÊA *et al.*, 2013), assim como a valores acima de 109 cm² como preditores de severidade de fibrose na esteatose hepática (PARENTE *et al.*, 2018), e acima de 130 cm² com síndrome metabólica (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2006).

Índice de adiposidade visceral (IAV)

O índice de adiposidade visceral será calculado pela fórmula desenvolvida por Amato *et al.* (2010) em população italiana, conforme descrito abaixo, sendo excluídos os indivíduos que apresentarem triglicerídeos séricos ≥ 279 mg/ dL e/ou IMC ≥ 40 kg/m² conforme indicação da literatura (AMATO; GIORDANO, 2013).

$$IAV = (PC/39,68 + (1,88 \times IMC) \times (TG/1,03) \times (1,31/HDL-c).$$

Caso a fórmula acima não seja válida, pretende-se desenvolver uma nova fórmula, específica para população de pilotos brasileiros, adotando-se os mesmos princípios da fórmula original.

Variáveis sociodemográficas e comportamentais

As informações de idade, patente, estado civil, cor da pele e consumo de álcool e cigarro serão obtidas por meio de questionário estruturado construído pela equipe de pesquisadores.

O consumo alimentar será avaliado por meio da aplicação de um questionário adaptado de frequência do consumo alimentar (QFCA), do tipo quali-quantitativo, validado para população carioca (SOUZA, 2014). A estimativa da ingestão de energia, macronutrientes e micronutrientes será realizada a partir da tabulação no software BRASIL NUTRI®, desenvolvido para a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BARUFALDI *et al.*, 2016; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011).

O comportamento sedentário será avaliado por meio de questionário estruturado. O tempo sentado será calculado pelos minutos que o entrevistado relatar passar sentado, em um dia de semana, multiplicado por cinco, somado aos minutos que relatar passar sentado em um final de semana, multiplicado por dois. O valor obtido será dividido por sete, correspondendo ao valor médio de minutos sentado em um dia.

O nível de atividade física (NAF) será estimado por meio do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), versão-6, formato longo, validado para uma população brasileira de adultos jovens (PARDINI *et al.*, 2001).

Será aplicada a escala de sonolência de Epworth (BERTOLAZI *et al.*, 2009), que avalia a probabilidade de o respondente cochilar diante de diferentes situações diárias (ativas ou passivas), assim como o Índice da qualidade do sono de Pittsburgh (BERTOLAZI *et al.*, 2011), que avalia a qualidade subjetiva de sono ao longo do último mês.

Variáveis antropométricas e de composição corporal

As medidas antropométricas serão mensuradas por um único avaliador treinado, sendo obtidas em triplicata, adotando-se a mediana dos valores. Serão mensurados a massa corporal (kg), estatura (m) e o PC em três locais distintos: no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca, no ponto de menor circunferência entre última costela e a crista ilíaca, e sobre a cicatriz umbilical. O perímetro do quadril (cm) será obtido no ponto de maior protuberância da região glútea e o perímetro do pescoço (cm) será aferido imediatamente acima da cartilagem tireoide, estando o indivíduo em pé e com a cabeça posicionada no plano de Frankfurt.

A composição corporal será avaliada por aparelho de Bioimpedância tetrapolar da marca InBody, modelo 230.

Variáveis bioquímicas

A coleta sanguínea será realizada por um farmacêutico bioquímico, com registro no Conselho Regional de Farmácia, utilizando material descartável, após jejum de 12 horas, no período matutino.

As amostras de sangue dos voluntários serão obtidas por punção venosa, na veia do membro superior considerada de mais fácil acesso, para extração de 8 ml de sangue, utilizando sistema vacutainer (Becton Dickinson, UK). O sangue será transferido para um tubo gel sem anticoagulante, para dosagem de TG e HDL-c. As amostras serão centrifugadas a 1500-1700 rpm por 10 minutos. As concentrações de TG e HDL-c serão determinadas com auxílio do analisador de bioquímica de marca Beckman Coulter, sistema AU5800. Os níveis séricos de TG e HDL-c serão obtidas pelo método colorimétrico enzimático.

As coletas seguirão todas as recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica (ANDRIOLO *et al.*, 2010) e a resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 306/2004 (BRASIL: MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2004).

Análise Estatística

A análise dos dados será desenvolvida no programa *Stata* versão 13.0, com a normalidade dos dados sendo verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, e adotando nível de significância de 5 % para todas as análises.

As variáveis que não apresentarem distribuição normal sofrerão transformações e, caso não exista transformação adequada, serão tratadas por testes não paramétricos.

Será realizada análise descritiva, sendo os resultados apresentados em tabelas de distribuição de frequências, intervalo de confiança de 95%, medidas de tendência central, de dispersão, intervalo interquartil, percentis, conforme a distribuição das variáveis.

Para verificar a validade do IAV pela RM será utilizado análise gráfica de dispersão de Bland-Altman (BLAND; ALTMAN, 1986) e correlação linear de *Pearson* (se a distribuição for simétrica) ou de *Spearman* (se a distribuição for assimétrica). Para interpretação das correlações, consideraremos os critérios de Landis e Koch, (LANDIS; KOCH, 1977) para interpretação dos dados: < 0,00 considerada pobre; 0,00-0,20 discreta; 0,21-0,40 regular; 0,41-0,60 moderada; 0,61-0,80 substancial e 0,81-1,00 quase perfeita.

Para proposição de nova fórmula para o IAV, assim como para verificar os fatores associados à concentração de tecido adiposo visceral, será utilizada análise de regressão, adotando-se o método *Stepwise Forward*. Já para verificar se o IAV é um bom preditor do excesso de adiposidade visceral, assim como para estabelecer seu ponto de corte para identificar excesso de adiposidade visceral e conseqüente risco cardiometabólico, será utilizado o cálculo da área sob a curva *Receiver Operating Characteristics* (ROC). Uma perfeita discriminação será considerada quando a área sob a curva for igual a um, ou seja, quando o ponto de corte possui 100% de sensibilidade e 100% de especificidade. O poder diagnóstico dos pontos de corte do IAV será avaliado por meio do cálculo dos valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo

positivo e valor preditivo negativo, considerando uma área sob a curva > 0,5 com intervalo de confiança de 95%.

Comitê de Ética

Este projeto de pesquisa foi submetido à Plataforma Brasil, sendo aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital da Força Aérea de São Paulo (**CAAE: 36434020.6.0000.8928**), atendendo a legislação brasileira para pesquisa com seres humanos. A participação no estudo será voluntária, mediante autorização por meio da assinatura do TCLE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDISS, P. *et al.* Beyond obesity - thermogenic adipocytes and cardiometabolic health. **Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation**, v. 31, n. 2, s/p, 2017.

AMATO, M. C. *et al.* Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. **Diabetes Care**, v. 33, n. 4, p. 920–922, 2010.

AMATO, M.; GIORDANO, C. Clinical indications and proper use of Visceral Adiposity Index. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 23, n. 8, p. e31–e32, 2013.

AMATO, M. C. *et al.* Visceral Adiposity Index (VAI) is predictive of an altered adipokine profile in patients with type 2 diabetes. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, p. e91969, 2014.

ANDRIOLO, A. *et al.* **Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial para coleta de sangue venoso**. Barueri: Minha Editora, 2010.

BELLO-CHAVOLLA, O. Y. *et al.* Metabolic Score for Visceral Fat (METS-VF), a novel estimator of intra-abdominal fat content and cardio-metabolic health. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 5, p. 1613–1621, 2019.

BERTOLAZI, A. N. *et al.* Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **Sleep Medicine**, v. 12, n. 1, p. 70–75, 2011.

BERTOLAZI, A. N. *et al.* Portuguese-language version of the Epworth Sleepiness Scale: validation for use in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 35, n. 9, p. 877–883, 2009.

BHAT, K. G. *et al.* Hypertension and obesity among civil aviation pilots. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 8, p. 703–708, 2019.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet (London, England)**, v. 1, n. 8476, p. 307–310, 1986.

BRASIL: MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Brasília: Diário Oficial da União, 2004.

CÁRDENAS, D. *et al.* Better brain connectivity is associated with higher total fat mass and lower visceral adipose tissue in military pilots. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 610-616, 2020.

- CEDERBERG, H. *et al.* Exercise during military training improves cardiovascular risk factors in young men. **Atherosclerosis**, v. 216, n. 2, p. 489–495, 2011.
- CHEN, Y. *et al.* Sex differences in the association of abdominal adipose tissue and anthropometric data with untreated hypertension in a Chinese population. **Biology of Sex Differences**, v. 11, n. 1, p. 38-46, 2020.
- COMANDO DA AERONÁUTICA. **Teste de avaliação do condicionamento Físico - Educação Física e Desportos - NSCA 54-3** [S. l.: s. n.] p. 15/ 59.
- COSTA, F. F. *et al.* Combinação de fatores de risco relacionados à síndrome metabólica em militares da Marinha do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 97, n. 6, p. 485–492, 2011.
- CUNHA, G. M. *et al.* MRI estimated changes in visceral adipose tissue and liver fat fraction in patients with obesity during a very low-calorie-ketogenic diet compared to a standard low-calorie diet. **Clinical Radiology**, v. 75, n. 7, p. 526–532, 2020.
- DEURENBERG, P. *et al.* Prediction of percentage body fat from anthropometry and bioelectrical impedance in Singaporean and Beijing Chinese. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 9, n. 2, p. 93–98, 2000.
- EILERMAN, P. A. *et al.* A Comparison of Obesity Prevalence: Military Health System and United States Populations, 2009–2012. **Military Medicine**, v. 179, n. 5, p. 462–470, 2014.
- FANG, H. *et al.* How to best assess abdominal obesity. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 21, n. 5, p. 360–365, 2018.
- FANG, L. *et al.* The cell size and distribution of adipocytes from subcutaneous and visceral fat is associated with type 2 diabetes mellitus in humans. **Adipocyte**, v. 4, n. 4, p. 273–279, 2015.
- FERREIRA, A. P. S.; SZWARCOWALD, C. L.; DAMACENA, G. N. Prevalência e fatores associados da obesidade na população brasileira: estudo com dados aferidos da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190024, 2019.
- FINKELSTEIN, E. A. *et al.* The Costs of Obesity in the Workplace. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 52, n. 10, p. 971–976, 2010.
- GARCÉS, M. J. *et al.* Novel gender-specific visceral adiposity index for Mexican pediatric population. **Revista Médica Del Hospital General De México**, v. 77, n. 4, p. 153–159, 2014.
- GOETTLER, A.; GROSSE, A.; SONNTAG, D. Productivity loss due to overweight and obesity: a systematic review of indirect costs. **BMJ Open**, v. 7, n. 10, p. e014632, 2017.
- GÓMEZ-AMBROSI, J. *et al.* Clinical usefulness of abdominal bioimpedance (ViScan) in the determination of visceral fat and its application in the diagnosis and management of obesity and its comorbidities. **Clinical Nutrition**, v. 37, n. 2, p. 580–589, 2018.
- GOUVÊA, H. R. *et al.* Validação da ultrassonografia para a avaliação da gordura abdominal visceral em obesos clinicamente graves. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 26, n. suppl 1, p. 43–46, 2013.

GUGLIELMI, V.; SBRACCIA, P. Obesity phenotypes: depot-differences in adipose tissue and their clinical implications. **Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity**, v. 23, n. 1, p. 3–14, 2018.

HARRIS, T. B. Invited commentary: body composition in studies of aging: new opportunities to better understand health risks associated with weight. **American Journal of Epidemiology**, v. 156, n. 2, p. 122–124, 2002.

HASLAM, D. W.; JAMES, W. P. T. Obesity. **Lancet**, v. 366, n. 9492, p. 1197–1209, 2005.

HERNÁNDEZ, M. J. G. *et al.* Pediatric visceral adiposity index adaptation correlates with HOMA-IR, matsuda, and aransaminases. **Endocrine Practice**, v. 24, n. 3, p. 294–301, 2018.

HIROOKA, M. *et al.* A Technique for the measurement of visceral fat by ultrasonography: comparison of measurements by ultrasonography and computed tomography. **Internal Medicine**, v. 44, n. 8, p. 794–799, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saúde 2013: Ciclos de vida - Brasil e grandes regiões.** [S. l.: s. n.]

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009 : Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil.** Rio de Janeiro: [s. n.], 2011.

JAAFAR, Z. A. *et al.* Cross-validation of prediction equations for estimating the body fat percentage in adults with obesity. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 41, p. 346–350, 2021.

JAMES, K. E.; WHITE, R. F.; KRAEMER, H. C. Repeated split sample validation to assess logistic regression and recursive partitioning: an application to the prediction of cognitive impairment. **Statistics in medicine**, v. 24, n. 19, p. 3019–35, 2005.

KANG, S. M. *et al.* Android fat depot is more closely associated with metabolic syndrome than abdominal visceral fat in elderly people. **PLoS ONE**, v. 6, n. 11, p. e27694, 2011.

KOMPELLA, P.; VASQUEZ, K. M. Obesity and cancer: A mechanistic overview of metabolic changes in obesity that impact genetic instability. **Molecular Carcinogenesis**, v. 58, n. 9, p. 1531–1550, 2019.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159, 1977.

LEE, D. H. *et al.* L. Predicted lean body mass, fat mass, and all cause and cause specific mortality in men: prospective US cohort study. **BMJ**, v. 362, p. k2575, 2018.

LEMIEUX, I. *et al.* Hypertriglyceridemic waist: a useful screening phenotype in preventive cardiology? **The Canadian Journal of Cardiology**, v. 23, n. Suppl B, p. 23–31, 2007.

LINHARES, R. S. *et al.* Distribuição de obesidade geral e abdominal em adultos de uma cidade no Sul do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 3, p. 438–447, 2012.

LORENZO, A. *et al.* A new predictive equation for evaluating women body fat percentage and obesity-related cardiovascular disease risk. **Journal of Endocrinological Investigation**, v. 37, n. 6, p. 511–524, 2014.

MARTINEZ, E. **Atividade física, condicionamento cardiorrespiratório, estado nutricional, adipocitocinas e suas relações com fatores de risco cardiovascular em homens com idade superior a 35 anos**. 2009. 166f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, 2009.

MAUAD, F. M. *et al.* Reproducibility of abdominal fat assessment by ultrasound and computed tomography. **Radiologia Brasileira**, v. 50, n. 3, p. 141–147, 2017.

MEYER-GERSPACH, A. C. *et al.* Quantification of Liver, Subcutaneous, and Visceral Adipose Tissues by MRI Before and After Bariatric Surgery. **Obesity Surgery**, v. 29, n. 9, p. 2795–2805, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2009: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília: [s. n.], 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília: [s. n.], 2020.

MOHAMMAD, A. *et al.* Validity of visceral adiposity estimates from DXA against MRI in Kuwaiti men and women. **Nutrition & Diabetes**, v. 7, n. 1, p. e238–e238, 2017.

MUNIZ, G. R.; BASTOS, F. I. Prevalência de obesidade em militares da Força Aérea Brasileira e suas implicações na medicina aeroespacial. **R. Educ. Tecn. Apl. Aeron.**, v. 2, n. 1, p. 25–36, 2010.

MURPHY, J. *et al.* Intra-abdominal adipose tissue quantification by alternative versus reference methods: a systematic review and meta-analysis. **Obesity**, v. 27, n. 7, p. oby.22494, 2019.

NEELAND, I. J. *et al.* Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, v. 7, n. 9, p. 715–725, 2019.

NEVES, E. B.; SALAMUNES, A. C. C.; STADNIK, A. M. W. Mathematical model for body fat percentage in military using thermal imaging and circumferences. *In*: 2018, **2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)**. IEEE, p. 790–793, 2018.

NICOL, E. D. *et al.* An introduction to aviation cardiology. **Heart**, v. 105, Suppl 1, p. s3–s8, 2019.

NOWROUZI, B. *et al.* Lost-time illness, injury and disability and its relationship with obesity in the workplace: A comprehensive literature review. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, v. 29, n. 5, p. 749–766, 2016.

OH, S.-K. *et al.* Derivation and validation of a new visceral adiposity index for predicting visceral obesity and cardiometabolic risk in a Korean population. **PLOS ONE**, v. 13, n. 9, p. e0203787, 2018.

OIKONOMOU, E. K.; ANTONIADES, C. The role of adipose tissue in cardiovascular health and disease. **Nature Reviews Cardiology**, v. 16, n. 2, p. 83–99, 2019.

OLIVEIRA, L. C. *et al.* Prevalência de adiposidade abdominal em adultos de São Francisco do Conde, Bahia, Brasil, 2010. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 1, p. 50–53, 2015.

OLIVEIRA, L. P. M. *et al.* Fatores associados a excesso de peso e concentração de gordura

abdominal em adultos na cidade de Salvador , Bahia , Brasil Factors associated with overweight and abdominal fat in adults in Salvador , Bahia State , Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 3, p. 570–582, 2009.

PALMEIRA, M. L. S.; MARQUEZE, E. C. Excess weight in regular aviation pilots associated with work and sleep characteristics. **Sleep Science**, v. 9, n. 4, p. 266–271, 2016.

PARDINI, R. *et al.* Validation of the international physical activity questionnaire (IPAQ version 6): pilot study in Brazilizn young adults. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 45–51, 2001.

PARENTE, D. B. *et al.* Preperitoneal fat as a non-invasive marker of increased risk of severe non-alcoholic fatty liver disease in patients with type 2 diabetes. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 33, n. 2, p. 511–517, 2018.

PEDHAUZER, E. **Multiple regression in behavioral research**. New York: CBS College Publishing, 1996.

PEKGOR, S. *et al.* The effects of smoking cessation on visceral adiposity index levels. **Nigerian Journal of Clinical Practice**, v. 21, n. 6, p. 743–751, 2018.

PETRIBÚ, M. M. V. *et al.* Desenvolvimento e validação de equação preditiva da gordura visceral em mulheres jovens. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 3, p. 333–342, 2012a.

PETRIBÚ, M. M. V *et al.* Métodos de avaliação da gordura abdominal. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 27, n. 4, p. 257–263, 2012b.

PINHO, C. P. S. *et al.* Prevalence of abdominal obesity and associated factors among individuals 25 to 59 years of age in Pernambuco State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, n. 2, p. 313–324, 2013.

PONTI, F. *et al.* Ultrasound imaging, a stethoscope for body composition assessment. **Quantitative Imaging in Medicine and Surgery**, v. 10, n. 8, p. 1699–1722, 2020.

RIBEIRO FILHO, F. F. *et al.* Gordura visceral e síndrome metabólica: Mais que uma simples associação. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 230–238, 2006.

ROSA, S. E. da. A síndrome metabólica no Exército Brasileiro. **Revista do Exército Brasileiro**, v. 155, n. 3, p. 102–108, 2019.

ROSA, S. E. *et al.* Physical performance, body composition and metabolic syndrome in military personnel from the Brazilian army. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 6, p. 422–425, 2018.

RYTKA, J. M. *et al.* The Portal Theory Supported by Venous Drainage–Selective Fat Transplantation. **Diabetes**, v. 60, n. 1, p. 56–63, 2011.

SAM, S. Differential effect of subcutaneous abdominal and visceral adipose tissue on cardiometabolic risk. **Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation**, v. 33, n. 1, p. 1–9, 2018.

SCHMIER, J. K.; JONES, M. L.; SCHMIER, M. T. Cost of obesity in the workplace. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**, v. 32, n. 1, p. 5–11, 2006.

SHUSTER, A. *et al.* The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. **The British Journal of Radiology**, v. 85, n. 1009, p. 1–10, 2012.

SMITH, K. B.; SMITH, M. S. Obesity Statistics. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, v. 43, n. 1, p. 121–135, 2016.

SOUZA, D. R. **Desenvolvimento e validação de questionários de Frequência alimentar para energia, macro e micronutrientes em população urbana adulta**. 2014. - Universidade Federal Fluminense, [s. l.], 2014.

ŠTĚPÁNEK, L. *et al.* Can Visceral Adiposity Index Serve as a Simple Tool for Identifying Individuals with Insulin Resistance in Daily Clinical Practice? **Medicina**, v. 55, n. 9, p. 545, 2019.

SUN, J.; XU, B.; FREELAND-GRAVES, J. Automated quantification of abdominal adiposity by magnetic resonance imaging. **American Journal of Human Biology**, v. 28, n. 6, p. 757–766, 2016.

SWAINSON, M. G. *et al.* Prediction of whole-body fat percentage and visceral adipose tissue mass from five anthropometric variables. **PLOS ONE**, v. 12, n. 5, p. e0177175, 2017.

TEMPORAL, W. F.; PANNAIN, L. E. N. **Medicina Aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes – Comunicação, Arte & Cultura, p. 122 e 355, 2005.

VAN RAEMDONCK, K. *et al.* Impact of obesity on autoimmune arthritis and its cardiovascular complications. **Autoimmunity Reviews**, v. 17, n. 8, p. 821–835, 2018.

VASQUES, A. C. J. *et al.* Utilização de medidas antropométricas para a avaliação do acúmulo de gordura visceral. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 107–118, 2010.

VASQUES, A. *et al.* Predictive ability of anthropometric and body composition indicators in the identification of insulin resistance. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 1, p. 72–79, 2009.

VISHVANATH, L.; GUPTA, R. K. Contribution of adipogenesis to healthy adipose tissue expansion in obesity. **Journal of Clinical Investigation**, v. 129, n. 10, p. 4022–4031, 2019.

WEI; LIU; XUE; WANG; SHI. Comparisons of visceral adiposity index, body shape index, body mass index and waist circumference and their associations with diabetes mellitus in adults. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1580, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic. report of a WHO Consultation. (WHO Technical Report Series 894)**. Geneva: [s. n.], 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 6 set. 2020.

WU, J. *et al.* A Novel visceral adiposity index for prediction of type 2 diabetes and pre-diabetes in chinese adults: a 5-year prospective study. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 13784, 2017.

YANG, J. Z. *et al.* Evaluation of ethnic variations in visceral, subcutaneous, intra-pancreatic, and intra-hepatic fat depositions by magnetic resonance imaging among new zealanders. **Biomedicines**, v. 8, n. 6, p. 174, 2020.

YU, J.-Y. *et al.* Relationship between inflammatory markers and visceral obesity in obese and overweight Korean adults. **Medicine**, v. 98, n. 9, p. e14740, 2019.

Associação da carga de treinamento e incidência de lesões não traumáticas durante a fase de preparação física dos cursos de operações especiais da Marinha do Brasil

Nathália Féres Gomes - 1º Ten (RM2-T), CEFAN/RJ

Dr. Thiago Jambo Alves Lopes - CC(S), CEFAN/RJ

Dr. Daniel de Souza Alves - 1º Ten (RM2-T), CEFAN/RJ

Palavras-chaves: Carga de treinamento; Carga interna de treinamento; Controle de carga de treinamento; Lesão não traumática; Lesão por uso excessivo.

CONTEXTUALIZAÇÃO

As Forças Armadas devem estar aptas para o emprego imediato em situações de combate, como em tempos de guerra, operações de garantia da lei e da ordem ou em missões de paz (BRASIL, 1988). Nesse contexto, ressalta-se a importância da formação de militares qualificados em Operações Especiais (OpEsp) e para atender a essa demanda específica a Marinha do Brasil (MB) dispõe de três cursos: Curso de Aperfeiçoamento para Mergulhadores de Combate para Oficiais (CAMECO), Curso Especial de Mergulhador de Combate para praças (C-Esp-MEC) e Curso Especial de Comandos Anfíbios (C-Esp-ComAnf). Esses cursos têm como objetivo preparar combatentes para serem empregados oportunamente e atuarem em situações complexas e não convencionais, atendendo assim a necessidade de prontidão operativa da força (MARINHA DO BRASIL; COMANDO DE OPERAÇÕES NAVAIS, 2017).

Baseado nos aspectos de prontidão supramencionados, o treinamento deve ser do mais alto grau de dificuldade e por isso, os cursos são caracterizados por fases distintas em que são criadas circunstâncias específicas para preparar e testar a habilidade dos alunos em suportar situações operacionais de extremo desconforto em condições técnicas, físicas e psicológicas adversas, avaliando-os com a exposição ao frio, sono escasso, cansaço e ao racionamento de comida e água (MARINHA DO BRASIL, 2018; MARINHA DO BRASIL; DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA, 2018). Com base no exposto, é bem estabelecido que o nível de aptidão física é um fator influenciador para um bom desempenho durante o curso e por conseguinte, pilar para um desempenho operacional eficiente (CANINO *et al.*, 2020; KYRÖLÄINEN *et al.*, 2018; MARINHA DO BRASIL; COMANDO DE OPERAÇÕES NAVAIS, 2017; TERRA *et al.*, 2017).

Portanto, em decorrência da grande demanda de esforço físico e psicológico exigida durante os cursos, uma fase de preparação física foi criada e é a primeira etapa do adestramento desses alunos. Esta fase é realizada nas instalações do Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN) com apoio do Laboratório de Pesquisa em Ciências do Exercício (LABOCE) deste centro e tem duração média de oito semanas. A preparação física ocorre cinco vezes por semana com duas sessões diárias de treino e busca otimizar o condicionamento físico dos alunos para suportarem as exigências impostas nas etapas subsequentes. Além do treinamento supervisionado, são feitos testes não eliminatórios para verificar a capacidade física

de cada militar e a partir dessa análise definir estratégias visando atingir o ápice físico do aluno e nivelamento do grupo (MARINHA DO BRASIL, 2018; MARINHA DO BRASIL; DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA, 2018).

Observando o princípio da individualidade biológica que estabelece que cada pessoa é um ser individualizado e que cada organismo reage de formas diferentes a um mesmo estímulo aplicado (TUBINO; MOREIRA, 2003), os militares que se candidatam para os cursos de OpEsp formam grupos bastante heterogêneos e em termos de condicionamento físico isso significa dizer que o mesmo exercício na mesma intensidade, duração e frequência semanal, proporcionará diferentes efeitos em cada um dos militares. Nesse sentido, devido ao súbito aumento do volume e da intensidade do treinamento na primeira fase, faz-se necessário monitorar a relação dose-resposta (treino-desempenho) dos alunos, uma vez que estes militares mudam a rotina afastando-se de suas obrigações diárias nas respectivas organizações militares e passam a treinar em dois turnos, além disso o nível de condicionamento prévio de determinados alunos estará abaixo da média do turno e a sobrecarga excessiva combinada a outros estressores poderá induzir à fadiga acumulada e resultar em um quadro de *overtraining* (sobretreinamento) e/ou em lesões não traumáticas (JONES; GRIFFITHS; MELLALIEU, 2017; MEEUSEN *et al.*, 2013).

Com base no exposto, o treinamento físico é um processo complexo e sistemático que visa a melhoria do desempenho do indivíduo por meio de um conjunto de estímulos estressores impostos ao organismo, determinado como carga de treinamento (CT). Esses estímulos induzem diversas respostas psicofisiológicas que mediam o processo adaptativo e podem produzir adaptações positivas (aumento do desempenho) ou negativas (*overreaching/overtraining*, lesões musculoesqueléticas etc.) (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019; SOLIGARD *et al.*, 2016). Esses efeitos adversos do treinamento não devem ser negligenciados, uma vez que impactam na saúde e no desempenho do indivíduo. Nesse sentido, estudos sugerem que o monitoramento de lesões deve ser a primeira etapa para uma prevenção efetiva e para isso, é necessário entender o conceito e contexto em que as lesões se inserem (FINCH, 2006; HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2015; VAN MECHELEN; HLOBIL; KEMPER, 1992). Já é bem estabelecido na literatura que a causa de lesões não traumáticas é multifatorial e envolve aspectos biopsicossociais ocorridos intrínseca e extrinsecamente (ECKARD *et al.*, 2018; GABBETT, 2020; MEEUWISSE *et al.*, 2007). Logo, é fundamental identificar os tipos de danos musculoesqueléticos que acometem determinada população para então implementar um modelo de prevenção de lesões no âmbito do treinamento e frente a isso, constata-se um fator refutável: apesar dos inúmeros estudos sobre lesões presentes no meio científico, poucos abordam o contexto militar (COWAN; JONES; SHAFFER, 2003; ECKARD *et al.*, 2018; KAUFMAN; BRODINE; SHAFFER, 2000).

Embora seja imprescindível determinar o que será considerado lesão para então estabelecer uma padronização da metodologia do monitoramento, não há um consenso na literatura sobre sua definição, haja vista ser uma variável contexto-dependente (CLARSEN; BAHR, 2014; HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2015). Pesquisas que investigam essa temática frequentemente diferem quanto a definição: alguns estudos determinam lesão por perda de tempo, ou seja, afastamento das atividades e outros definem por dor autorrelatada. Hespagnol Junior e colaboradores (2015) fazem ressalvas a isso, pois não é possível inferir até que ponto

o indivíduo é resiliente à dor. Essas limitações podem resultar na ocorrência de lesões que possivelmente poderiam ter sido evitadas ou prolongar demasiadamente o tempo de recuperação do indivíduo, retardando o retorno aos treinamentos. Cabe ressaltar que apesar das limitações, essas práticas são definições operacionais corretas que se utilizadas no âmbito certo podem ser efetivas. Além disso, Hespanhol Junior e colaboradores (2015) afirmam que para uma correta abordagem epidemiológica, as lesões devem ser classificadas quanto a origem, o tipo tecidual, a região corporal e os mecanismos, possibilitando assim detectar padrões e por conseguinte estabelecer prioridades dentro do treinamento que auxiliem no processo de prevenção. Porém, um dos maiores problemas na implementação das medidas preventivas é a determinação de lesões por uso excessivo, pois não é possível rastrear com exatidão quando ocorreu o dano musculoesquelético em virtude dos sintomas de dor e limitação funcional aparecerem gradualmente e muitas vezes serem transitórios, o que dificulta a identificação e o registro (CLARSEN; BAHR, 2014; CLARSEN; MYKLEBUST; BAHR, 2013; HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2015; SOLIGARD *et al.*, 2016). Como resultado, Clarsen e colaboradores (2020) buscando minimizar essa lacuna, desenvolveram um questionário de problemas de saúde (OSTRC-H) a ser respondido semanalmente pelo próprio indivíduo. Este formulário permite o registro de problemas que influenciam negativamente no desempenho, incluindo lesões por uso excessivo. Baseado no que foi elucidado e ao analisar o contexto da preparação física dos cursos de OpEsp, supõe-se que os alunos do curso diferem quanto ao nível de dor, persistindo muitas vezes até realmente não suportarem o problema e se afastarem das atividades. Sendo assim, ao avaliar as limitações e pontos positivos de cada definição de lesão, entende-se que no âmbito dos alunos dos cursos de OpEsp uma definição híbrida pode ser mais benéfica para o estudo (COWAN; JONES; SHAFFER, 2003; HEEBNER *et al.*, 2017; TERRA *et al.*, 2017).

Outrossim, como forma de agregar robustez ao processo de monitoramento, estudos recomendam investigar a carga fisiológica do indivíduo de forma a identificar seu estado de prontidão (HOOPER; MACKINNON, 1995; MCLEAN *et al.*, 2010; SAW, *et al.*, 2017; SAW; MAIN; GASTIN, 2016). McLean e colaboradores (2010) propôs um questionário de bem-estar subjetivo baseado nas orientações do estudo de Hooper e Mackinnon (1995) que permite monitorar os seguintes marcadores individuais: sono, estresse, fadiga, dor e humor. Esses indicadores avaliam o estado psicofisiológico do indivíduo visando a prevenção do *overtraining* e de possíveis lesões não traumáticas. Além desses domínios, a percepção subjetiva de recuperação (PSR) permite avaliar o estado de recuperação desde a última sessão de treinamento que o indivíduo foi submetido e deve ser aplicada antes da primeira sessão de treino do dia, contribuindo para a análise da carga psicofisiológica (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). Por fim, o salto contra movimento (CMJ) é uma ferramenta que reflete o ciclo de alongamento-encurtamento nos membros inferiores e auxilia na verificação do desempenho e nível de fadiga do indivíduo, agregando informação relevante ao monitoramento (COUTTS *et al.*, 2007; WELSH *et al.*, 2008).

Ademais, a natureza multifatorial da lesão está relacionada a uma série de determinantes que podem ser classificados em modificáveis e não modificáveis. Nesse contexto, a CT se insere como um fator de risco modificável pois seu gerenciamento pode produzir efeitos benéficos ou maléficos ao indivíduo (BOURDON *et al.*, 2017; IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019; SOLIGARD *et al.*, 2016). Logo, para adequação do programa de treinamento, as medidas preventivas devem condizer com o planejamento do treinamento e para isso devem ser

respaldadas pelo controle da carga. Nessa perspectiva, Impellizzeri, Marcora e Coutts (2019) propuseram um modelo teórico do processo de treinamento que divide o programa em três etapas para obtenção de resultados: avaliar, ou seja, identificar as demandas e marcadores de desempenho indispensáveis na busca dos objetivos; planejar, isto é, organizar e sistematizar o treinamento, determinando a dose (CT planejada) necessária para alcançar os resultados projetados; e controlar a carga a partir do monitoramento das respostas psicofisiológicas do indivíduo, ou seja, a carga interna de treinamento (CIT) (CT percebida somada a CT fisiológica) ao treino aplicado (carga externa de treinamento – CET), para então subsidiar a tomada de decisão e caso necessário, regular o programa de treinamento, organizando ações contínuas que permitam desenvolver o máximo desempenho ao mesmo tempo que minimizam os riscos de lesão. Dessa maneira, o controle da CT, apoiado pelo monitoramento das respostas psicofisiológicas (relação desempenho – prontidão – lesão), é o pilar de um programa de treinamento efetivo.

É importante destacar que o programa de treinamento deve controlar a CT a partir da integração da CIT e CET, de forma a obter uma percepção mais fundamentada do efeito dose-resposta ao avaliar os diferentes indivíduos submetidos a um mesmo estímulo e identificar quais são mais e menos responsivos a determinados componentes do treinamento (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019). Além disso, Soligard *et al.* (2016) e West *et al.* (2020) sugerem que a quantificação da CIT deve combinar métricas objetivas e subjetivas, uma vez que o indivíduo reage ao mundo como o percebe e não como ele é (BORG, 1970). Diversos parâmetros podem ser utilizados para quantificar e analisar a CT. A CET permite avaliar o desempenho observando um conjunto de métricas objetivas como distância total percorrida, duração, número de repetições etc. Esta verifica a magnitude pela perspectiva do treinamento, o que não a torna ruim, porém para analisar os fatores psicofisiológicos de cada um e as respostas ao treinamento, é indicado a quantificação da CIT. Esta métrica pode ser mensurada através de medidas objetivas como frequência cardíaca (FC), método do impulso do treinamento (TRIMP) (BANISTER *et al.*, 1975), variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e por medidas subjetivas, como a ferramenta proposta por Foster, Snyder e Welsh (1996) a partir da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) criada por Borg (1982) (BOURDON *et al.*, 2017; SOLIGARD *et al.*, 2016). O modelo da PSE da sessão (FOSTER; SNYDER; WELSH, 1996) foi criado com o intuito de quantificar a CT, sendo uma ferramenta útil e de baixo custo que reflete o estresse fisiológico percebido pelo indivíduo. Outrossim, pesquisas anteriores relatam altas correlações do método da PSE da sessão e de métodos baseados na FC (ALEXIOU; COUTTS, 2008; LAMBERT; BORRESEN, 2010; MACDOUGALL; WENGER; GREEN, 1990).

Alguns estudos observaram uma relação direta entre uma CT aumentada e incidência de lesões (ANDERSON *et al.*, 2003; GABBETT; DOMROW, 2007), contudo, a redução demasiada das CT também pode relacionar-se com o aumento do risco, haja vista que CT muito baixas provavelmente não produzem adaptações fisiológicas suficientes e aumentam a influência da fadiga, ocasionando uma inaptidão física e maior risco de lesão (GABBETT, 2016; VEUGELERS *et al.*, 2016). Alinhado a essa observação, Gabbett (2016) sugere que quanto maior a aptidão menor o risco de lesão e esse conceito é ratificado por Windt e colaboradores (2017) no estudo sobre as variáveis mediadoras e moderadoras, ao afirmar que um bom preparo físico atua como moderador dessa relação CT-lesão. As características moderadoras atuam aumentando a resiliência do

indivíduo em suportar determinadas CT e minimizam os efeitos prejudiciais do treinamento. Ressalva-se que analisar a CT apenas pela visão absoluta pode não ser uma estratégia eficaz para controlar a carga, haja vista que em alguns contextos as altas CT podem não ser o fator principal do aumento do risco de lesão e muitas vezes atuam como fator protetivo (GABBETT, 2016).

A literatura científica tem apontado que CT relativas estão mais relacionadas ao risco de lesão que apenas a abordagem com CT absolutas. CT relativas são aquelas que consideram a variável carga comparada a um outro fator, como histórico de cargas, condicionamento do indivíduo etc. Estudos indicam que aumentos excessivos e mudanças bruscas na CT podem aumentar significativamente o risco de lesão (CROSS *et al.*, 2016; HULIN *et al.*, 2014). Observa-se também efeitos adversos decorrentes do treinamento analisando ferramentas de controle de carga embasados na PSE da sessão e variação dos treinamentos, a exemplo, o índice de monotonia (razão entre a média e o desvio padrão das CT semanais) que reflete a variabilidade das CT e busca garantir a magnitude do treinamento ao mesmo tempo que tenta evitar a fadiga extrema. O *strain* (CT semanal multiplicada pela monotonia), ferramenta que determina o estresse do treinamento, junto com a monotonia, são modelos propostos por Foster (1998) e inferem que a baixa variabilidade do treinamento e a aplicação de altas CT podem aumentar o risco de adaptações negativas, potencializando o risco de *overtraining*. Alguns estudos agregam estes métodos a outros para compor o controle de carga e verificar a relação dessas métricas com o índice de lesões, pois a condição de *overtraining* quando não revertida, pode preceder a incidência de lesão (PIGGOTT; NEWTON; MCGUIGAN, 2009).

A razão carga aguda:crônica (ACWR), proposta por Gabbett (2016), verifica o equilíbrio de estresse do treinamento através da razão entre a carga aguda (carga do período atual) e a crônica (carga média dos quatro últimos períodos), sendo útil para detectar picos na CT. Esse modelo utiliza médias contínuas para comparação das CT e os períodos determinados para a razão podem variar de acordo com o tempo e especificidade de cada treinamento. Essa ferramenta infere que dependendo do grau de aumento da ACWR, o risco de lesão também é aumentado. Gabbett (2016), no estudo em que propôs o modelo, determinou zonas de risco e zonas de segurança e sugeriu que uma razão entre 0,8 e 1,3 é a ideal (chamado de *sweet spot*), onde os valores da CT aguda se aproximam dos valores da CT crônica. Cabe ressaltar que algumas pesquisas (FANCHINI *et al.*, 2018; MCCALL; DUPONT; EKSTRAND, 2018; STARES *et al.*, 2018) reportaram previsões malsucedidas utilizando o modelo de Gabbett (2016), em virtude de não detectarem o ponto ideal proposto e assim as estratégias falharem ao prever lesões. Em resposta, Gabbett (2020) ressalta que não há números mágicos para a ACWR, embora picos na CT absoluta possibilitem maior risco de lesões, possivelmente, CT de treinamento mais baixas também podem aumentar o risco de uma possível lesão. O autor destaca que o ponto ideal é específico para cada tipo de treinamento e população, haja vista os estímulos aplicados e os fatores mediadores e moderadores da relação CT-lesão.

Além disso, Gabbett (2020) recomenda a interpretação das variáveis combinadas a dados de bem-estar e prontidão física e fatores individuais que influenciam no risco de lesão, para assim, obter uma análise mais ampla e não apenas pela visão da variável. Sendo assim, é importante enfatizar que o “ponto ideal” do treinamento dos alunos dos cursos de OpEsp é característico dessa população e deve ser avaliado de acordo com as especificidades da preparação. Recentemente, a validade da ferramenta ACWR vem sendo questionada na literatura (CROSS

et al., 2016; MENASPÀ, 2017; WILLIAMS *et al.*, 2017). Menaspà (2017) atenta ao fato de estudos ignorarem muitas vezes que os picos na CIT podem ser decorrentes da carga fisiológica aumentada e não de erros na prescrição do treinamento. Além disso, o autor faz ressalvas ao uso de médias móveis para avaliar a CT problematizando que adaptações fisiológicas não se encaixam em médias. Para justificar, Menaspà (2017) afirma que a análise linear das médias móveis ignora as variações dentro do período, ou seja, apesar das CT diárias diferirem entre os indivíduos que realizam o treino, estes mesmos indivíduos quando comparados a seus valores médios da CT semanal, possuem padrões agudos e padrões crônicos idênticos, apresentando, portanto, riscos iguais de lesões e ignorando o fator cumulativo. Além disso, o autor questiona o fato de as médias negligenciarem o aspecto temporal do efeito do estímulo dentro do prazo estabelecido, isto é, a natureza decadente da aptidão e efeitos da fadiga ao longo do tempo. A exemplo, a carga crônica calculada através da média móvel é considerada de mesma magnitude entre uma sessão de treinamento realizada no dia anterior e uma sessão ocorrida quatro semanas antes. A partir dessas observações, Williams *et al.* (2017) propuseram uma adaptação da ferramenta de Gabbett (2016) que utiliza o conceito de média móvel exponencialmente ponderada (*Exponentially Weighted Moving Average – EWMA*). Este modelo calcula as cargas agudas e crônicas atribuindo uma ponderação decrescente para cada valor de carga mais antigo, respeitando, portanto, a magnitude destas com relação ao fator tempo.

Conclui-se então, que não existe padrão-ouro para medir CT, nenhum marcador por si só é capaz de identificar um aumento do risco de lesões. As ferramentas supramencionadas quando utilizadas de forma combinada podem ser relevantes ao controle de carga e serem, por conseguinte, determinantes para a prevenção de lesões (BOURDON *et al.*, 2017; SOLIGARD *et al.*, 2016). Cabe ressaltar que o controle de carga deve corroborar com o contexto do treinamento, respeitando as especificidades do treino e da população e dado o exposto, é possível concluir que para alcançar o melhor desempenho do aluno dos cursos de OpEsp sem aumentar o risco de lesões, é preciso determinar e controlar a CT.

JUSTIFICATIVA

Tendo em vista o que foi abordado, a ausência de controle da CT contribui para o aumento do risco de lesões e a possível perda de um aluno na fase que tem o propósito especificamente de melhorar o condicionamento físico do militar, seria muito danoso para a força naval. Esses cursos representam um alto custo financeiro para a instituição e em face da importância e necessidade de prover tropas altamente qualificadas, a MB deve reunir estratégias que minimizem esses possíveis afastamentos, evitando, por conseguinte, prejuízos financeiros para a Força. Uma investigação detalhada do comportamento das CT e do monitoramento das lesões durante a fase da preparação física dos cursos de OpEsp permitirá identificar os fatores de risco associados e viabilizar as medidas preventivas relevantes para mitigar as chances de lesão ao mesmo tempo que objetiva o melhor desempenho.

Com o propósito de entregar um aluno extremamente resiliente às demandas físicas dos cursos de OpEsp e, conseqüentemente, promover uma economia orçamentária, após o estudo será desenvolvido um modelo de prevenção de lesões fundamentado no controle de carga que poderá ser utilizado para direcionar a preparação física dos cursos de OpEsp seguintes, além de

outros cursos operativos com alta demanda física e psicológica. Além disso, esse modelo proporcionará melhores condições para os combatentes, uma vez que a partir do monitoramento, possivelmente diminuirá as visitas ao Departamento de Saúde permitindo manter a capacidade laboral do militar e conseqüentemente, diminuindo os afastamentos e restrições do serviço.

Outrossim, o presente projeto corrobora com os objetivos navais de aprimoramento de pessoal e capacidade operacional plena (MARINHA DO BRASIL; ESTADO-MAIOR DA ARMADA, 2020) uma vez que através da pesquisa para melhorar a resiliência psicofisiológica do combatente, busca desenvolver planos de ação que otimizem o desempenho operacional, contribuindo assim para o cumprimento da missão da MB e por conseguinte, auxiliando a alcançar a visão de futuro pretendida pela instituição (MARINHA DO BRASIL; ESTADO-MAIOR DA ARMADA, 2017). Não obstante, contribui na busca pelo domínio científico e tecnológico da área de desempenho do combatente, ao integrar a ação estratégica que colabora para que a MB possua tropas operativas que atendam às capacitações necessárias e visem o incremento de eficácia, eficiência e capacidade de sobrevivência (BRASIL, 1988).

QUESTÃO PROBLEMA

O treinamento físico, apesar de proporcionar inúmeros benefícios, envolve um risco inerente de lesões musculoesqueléticas que quando ignorado, impacta negativamente na saúde e no desempenho físico do indivíduo. Em virtude disso, o presente estudo visa investigar de que forma as cargas de treinamento aplicadas durante a fase de preparação física dos militares dos cursos de OpEsp da MB influenciam no surgimento de lesões não-traumáticas, detectar possíveis fatores de risco determinantes para aumento da incidência de lesões e qual o conjunto de variáveis de CT melhor se adequa ao controle de carga ao treinamento dos cursos de OpEsp.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Investigar da associação entre as cargas de treinamento aplicadas durante a fase de preparação física dos alunos dos cursos de OpEsp da MB e a incidência dessas lesões musculoesqueléticas não traumáticas.

Objetivos Específicos

- Comparar a PSE planejada com a PSE percebida;
- Investigar a associação da CT absoluta, índice de monotonia e strain com a incidência de lesões;
- Investigar a associação de diferentes razões de ACWR e EWMA com a incidência de lesões;
- Comparar a validade das métricas ACWR e EWMA e incidência de lesões;
- Investigar a associação entre o nível de recuperação com a incidência de lesões;

- Investigar a associação das CT absolutas de cada semana e comparar com a frequência semanal de lesões reportadas;
- Comparar o formulário de OSTRC-H ao questionário subjetivo de bem-estar e ao número de visitas à saúde de cada indivíduo.

METODOLOGIA

O desenho do estudo será observacional prospectivo e o método de pesquisa será exploratório. O projeto será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Naval Marcílio Dias (HNMD), da Marinha do Brasil, seguindo as recomendações da Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde. A amostra será composta pelos militares matriculados nos anos de 2021 e 2022 dos seguintes cursos da MB: CAMECO, C-Esp-MEC e C-Esp-ComAnf. E a caracterização desta se dará através dos dados de avaliação coletados pelo LABOCE. O estudo baseará principalmente na análise de banco de dados e não haverá procedimentos invasivos. Por fim, serão analisadas as seguintes variáveis coletadas:

Dados das avaliações iniciais e finais dos cursos

Avaliação antropométrica:

- Massa corporal total;
- Estatura;
- Percentual de gordura estimado através da medida de três dobras cutâneas (peitoral, abdominal e coxa).

Aquacidade:

- Natação em 12 min (maior distância possível em 12 min);
- Apneia dinâmica (nadar submerso a maior distância possível em apneia inspiratória);
- Apneia estática (permanecer em apneia inspiratória estática pelo maior tempo possível);
- Natação em 100 metros no menor tempo possível.

Testes de força:

- Agachamento;
- Barra;
- Flexão de braços;
- Abdominais;
- Preensão manual

Avaliação Cardiorrespiratória:

- Teste de 2400m de Cooper, em que se deve percorrer a distância de 2400 metros no menor tempo possível.

Dados da CT (CET e CIT):

- Duração da sessão;
- PSE da sessão;
- FC;
- zonas da FC;
- VFC;
- Velocidade média;
- Distância total percorrida;
- CIT planejada;
- CIT percebida.

Dados de monitoramento psicofisiológico diário e semanal:

- PSE;
- PSR;
- Questionário de bem-estar;
- CMJ;
- Questionário de problemas de saúde (OSTRC-H);
- Número de visitas ao departamento de saúde.

Dados de lesão:

Número de lesões;

Taxa de exposição ao treinamento;

Taxa de treinamento.

Após a coleta, as seguintes ferramentas de controle derivadas da CT serão calculadas: ACWR, índice de monotonia, *strain*, EWMA, somatório das CT acumuladas das semanas. Feitos os cálculos, os dados coletados serão registrados no SAHA (Sistema de Acompanhamento Holístico de Atletas), plataforma de *big data* desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), criada inicialmente para acompanhamento do desempenho de atletas de alto rendimento a partir do monitoramento dos diferentes tipos de dados baseados na ciência do esporte. O conceito de *big data* pode ser entendido como um grande volume de dados estruturados e não estruturados gerados a partir de um determinado fenômeno, a exemplo o desportivo. Este grande volume gerado pode ser utilizado para cruzar dados de diversas fontes e contribuir para a tomada de decisão. A partir desse entendimento, a plataforma SAHA permitirá uma análise integrada dos dados multidisciplinares do treinamento dos cursos de OpEsp e com base nas informações adquiridas, será possível identificar os fatores de risco determinantes para o aumento da incidência de lesões e qual padrão de respostas psicofisiológicas estão mais suscetíveis a lesões.

Após a análise dos resultados, será elaborado um modelo de prevenção de lesões, que poderá ser utilizado para direcionar os cursos de OpEsp seguintes, além de outros cursos operativos com alta demanda física e psicológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXIOU, H.; COUTTS, A. J. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2008.

ANDERSON, L. *et al.* Impact of training patterns on incidence of illness and injury during a Women's Collegiate Basketball Season. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 734–738, 2003.

BANISTER, E. W. *et al.* A system model of physical training and athletic performance. **Aust. J. Sports Med**, n. 7, p. 57–61, 1975.

BORG, G. Perceived Exertion as an indicator of somatic Stress. **Scand J Rehab Med**, n. 2 -3, p. 92–98, 1970.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 14, no. 5, p. 377-381, 1982.

BOURDON, P. C. *et al.* Monitoring athlete training loads: consensus statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. 161–170, 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Disponível em: <https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF.pdf>

CANINO, M. C. *et al.* Quantifying training load during physically demanding tasks in u.s. army soldiers: a comparison of physiological and psychological measurements. **Military Medicine**, v. 185, n. 5–6, p. E847–E852, 2020.

CLARSEN, B.; BAHR, R. Matching the choice of injury/illness definition to study setting, purpose and design: One size does not fit all! **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 510–512, 2014.

CLARSEN, B.; MYKLEBUST, G.; BAHR, R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: The Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 495–502, maio 2013.

COUTTS, A. *et al.* Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 2, p. 116–124, 2007.

COWAN, D.; JONES, B.; SHAFFER, R. Musculoskeletal injuries in the military training environment. **Textbooks of Military Medicine**, p. 195–210, 2003.

CROSS, M. J. *et al.* The influence of in-season training loads on injury risk in professional rugby union. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 3, p. 350–355, abr. 2016.

- ECKARD, T. G. *et al.* The relationship between training load and injury in athletes: a systematic review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 8, p. 1929–1961, 2018.
- FANCHINI, M. *et al.* Despite association, the acute:chronic work load ratio does not predict non-contact injury in elite footballers. **Science and Medicine in Football**, 2018.
- FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 7, p. 1164–1168, 1998.
- FOSTER, C.; SNYDER, A. C.; WELSH, R. S. Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin Medical Journal**, v. 203, p. 161, 1996.
- GABBETT, T. J. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 5, p. 273–280, 2016.
- GABBETT, T. J. Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 1, p. 58–66, 2020.
- GABBETT, T. J.; DOMROW, N. Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 13, p. 1507–1519, 2007.
- HEEBNER, N. R. *et al.* Physical and performance characteristics related to unintentional musculoskeletal injury in special forces operators: A prospective analysis. **Journal of Athletic Training**, v. 52, n. 12, p. 1153–1160, 2017.
- HESPANHOL JUNIOR, L. C. *et al.* Measuring sports injuries on the pitch: A guide to use in practice. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 19, n. 5, p. 369–380, 1 set. 2015.
- HOOPER, S. L.; MACKINNON, L. T. **Monitoring Overtraining in Athletes Recommendations Sports Med.** [s.l: s.n.].
- HULIN, B. T. *et al.* Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 8, p. 708–712, abr. 2014.
- IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Internal and external training load: 15 years on. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270–273, 2019.
- JONES, C. M.; GRIFFITHS, P. C.; MELLALIEU, S. D. Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 943–974, 28 maio 2017.
- KAUFMAN, K. R.; BRODINE, S.; SHAFFER, R. Military training-related injuries: Surveillance, research, and prevention. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 18, n. 3 SUPPL., p. 54–63, 2000.
- KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998.
- KYRÖLÄINEN, H. *et al.* Optimising training adaptations and performance in military environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1131–1138, 2018.

- LAMBERT, M. I.; BORRESEN, J. Measuring training load in sports. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 3, p. 406-411, 2010.
- MACDOUGALL, J. D.; WENGER, H. A.; GREEN, H. J. Physiological testing of the high-performance athlete. Champaign, IL: Human Kinetics, 1990.
- MARINHA DO BRASIL. **Orientações ao candidato CAMECO / C-ESP-MEC**, 2018.
- MARINHA DO BRASIL; COMANDO DE OPERAÇÕES NAVAIS. **Manual de operações especiais**, 2017.
- MARINHA DO BRASIL; DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA. **Curso Especial de Comandos Anfíbios**, 2018.
- MARINHA DO BRASIL; ESTADO-MAIOR DA ARMADA. **EMA 415 - Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil**, 2017.
- MARINHA DO BRASIL; ESTADO-MAIOR DA ARMADA. **Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)**, 2020.
- MCCALL, A.; DUPONT, G.; EKSTRAND, J. Internal workload and non-contact injury: A one-season study of five teams from the UEFA Elite Club Injury Study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, p. 1-6, 2018.
- MCLEAN, B. D. *et al.* Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 3, p. 367–383, 2010.
- MEEUWISSE, W. H. *et al.* A dynamic model of etiology in sport injury: The recursive nature of risk and causation. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 17, n. 3, p. 215–219, 2007.
- MENASPÀ, P. Are rolling averages a good way to assess training load for injury prevention? **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 7, p. 618–619, 2017.
- COUTTS, A. *et al.* Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 2, p. 116–124, 2007.
- PIGGOTT, B.; NEWTON, M.; MCGUIGAN, M. The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian Football League Club. n. January, 2009.
- SAW, A. E. *et al.* Athlete self-report measures in research and practice: Considerations for the discerning reader and fastidious practitioner. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, Suppl. 2, p. S127-S135, 2017.
- SAW, A. E.; MAIN, L. C.; GASTIN, P. B. Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 5, p. 281–291, 2016.
- SOLIGARD, T. *et al.* How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 17, p. 1030–1041, 2016.

STARES, J. *et al.* Identifying high risk loading conditions for in-season injury in elite Australian football players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 1, p. 46-51, 2018.

TERRA, B. *et al.* A supervised physical training phase prior to a Brazilian Navy special operations course seems to increase their approval rate. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, Suppl. 2, p. S69–S70, 2017.

TUBINO, M. J. G.; MOREIRA, S. B. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

VEUGELERS, K. R. *et al.* Different methods of training load quantification and their relationship to injury and illness in elite Australian football. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 1, p. 24–28, 2016.

WELSH, T. T. *et al.* Effects of intensified military field training on jumping performance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 1, p. 45–52, 2008.

WELSH, T. T. *et al.* Effects of intensified military field training on jumping performance. **International Journal of Sports Medicine**, n.29, n. 1, p.45-52, 2008.

WEST, S. W. *et al.* More than a Metric: How Training Load is Used in Elite Sport for Athlete Management. **International Journal of Sports Medicine**, 19 out. 2020.

WILLIAMS, S. *et al.* Better way to determine the acute: Chronic workload ratio? **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 3, p. 209–210, 2017.

WINDT, J. *et al.* Why do workload spikes cause injuries, and which athletes are at higher risk? Mediators and moderators in workload-injury investigations. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 13, p. 993–994, 2017.

Investigação da prevalência de dor lombar nos militares dos esquadrões de aviação de patrulha da Força Aérea Brasileira

Daniele Cristina JACOVETTI - 1º Ten QOCON EFI, CDA/RJ
Dra. Andréa Jansen da Silva - 2º Ten QOCON MDM, CBNB/RJ
Dr. Marcelo Baldanza Ribeiro - 1º Ten QOCON EFI, CDA/RJ

Palavras-chaves: Dor lombar; Postura sentada; Aviação; Piloto e Tripulação.

CONTEXTUALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

A dor lombar é uma queixa frequente e sua prevalência acomete cerca de 75% população adulta mundial, sendo classificada como a segunda maior causa de dor nos indivíduos, logo após a dor de cabeça (ALMEIDA e KRAYCHET, 2017; BURK *et al*, 2013, MACEDO, 2011). Os sintomas são dolorosos ocorrendo entre as últimas costelas até a região glútea, tendo uma ação direta nas vértebras lombares e região lombossacral (HARTVIGSEN *et al*, 2018). A dor lombar pode ser provocada por excessos de esforço, lesões ou fraturas, neoplasias, causas mecânicas, entre outros (MAHER, UNDERWOOD, BUCHBINDER, 2016; FERREIRA *et al*, 2011, LAVERY *et al*, 1996). Estudos apontam que aproximadamente 70% a 85% da população brasileira já tenha sido acometida de dor nas costas, estas são decorrentes de fatores externos que influenciam o seu aparecimento, tais como: idade, sexo, tabagismo, sedentarismo, estilo de vida, atividade física em excesso, levantamento de peso ou material de forma inadequada, além de atividade laborativa ou ocupacional a qual a pessoa permaneça sentada por um longo período de tempo (NASCIMENTO e COSTA, 2015; FERREIRA *et al*, 2011).

A dor lombar tem causa multifatorial, como por exemplo: o enfraquecimento da musculatura da região lombar, a má postura ao senta-se, o posicionamento inadequado ao levantar pesos em geral, excesso de peso corporal, entre outros (LAVERY *et al*, 1996). A dor lombar é relatada com frequência entre homens e mulheres na idade adulta, com diversos níveis de intensidade, o que pode gerar um elevado absenteísmo, redução de produtividade, aumento da sobrecarga de trabalho em relação aos pares e elevação de custo em geral no setor da saúde pública, gerando impacto nas áreas clínicas, sociais e econômicas (TAVEE e LEVIN, 2017; NASCIMENTO e COSTA, 2015; STEFANE *et al*, 2013). A dor lombar além de ser motivo de dispensa do trabalho, interfere na execução das atividades básicas de vida diária, na relação biopsicossocial (ALENCAR e TERADA, 2012).

Em se tratando de dor, podemos constatar que, a pessoa com sintomas agudos ou crônicos, pode relatar mudanças comportamentais relacionadas a dor (KRELING *et al*, 2006). A dor lombar aguda está associada dor e a incapacidade e os indivíduos são tratados na maioria dos casos com sessões de fisioterapia e auxílio de medicamentos invasivos (KARLSSON *et al*, 2020).

No quadro (1) abaixo, podemos observar um estudo com uma breve explanação entre os tipos de dor lombar sendo elas, crônica, aguda e recorrente, mecânica, não mecânica e

referência, fazendo correlação entre intensidade e tempo da duração de dor (GUSSO e LOPES, 2012).

Classificação de dor lombar	
Duração	
1. Aguda	Duração inferior a 3 meses e mais comumente inferior a 2 semanas
2. Crônica	Duração superior a 3 meses
3. Recorrente	Duração inferior a 3 meses mas que recorre após um período sem dor que limita função ou atividade
Causas (diagnóstico diferencial)	
1. Mecânica (97%)	
Não irradiadas:	
<i>Distensão ou tensão (> 70%)</i>	Dor difusa e possível irradiação para glúteos
<i>Degeneração do disco com ou sem osteófitos (10%)</i>	Dor lombar localizada e às vezes quadro similar a tensão lombar
Irradiadas: ciatalgia	
<i>Hérnia de disco (4%) – local mais acometido: entre L4 e S1</i>	Dor irradiada (na perna) sempre pior que a dor lombar; dor abaixo do joelho
<i>Compressão por fratura decorrente de osteoporose (4%)</i>	Coluna dolorida; comum história de trauma
<i>Estenose da medula espinhal (3%)</i>	Dor melhora quando a coluna é fletida ou quando sentado; dor piora quando caminha em descida mais do que quando em subida; sintomas frequentemente bilaterais.
<i>Espindilolistese (deslizamento do corpo vertebral) (2%)</i>	Dor piora na atividade e melhora ao repouso; geralmente detectado em exame de imagem; controverso como causa de dor significativa.
2. Não mecânica (1%)	
<i>Neoplasia (0,7%) – metástases (mama, mieloma múltiplo, rim, pulmão, próstata, tireoide e reto)</i>	Dor localizada; perda de peso
<i>Artrites (osteoartrose, artrite reumatoide, espondiloartropatias – espondilite anquilosante, artrite reativa, espondilite psoriáticas, etc.) (0,3%)</i>	Rigidez matinal; melhora com atividade
<i>Infecção (tuberculose vertebral – Mal de Pott, osteomielite, discite, artrite séptica) (0,01%)</i>	Dor localizada; sintomas constitucionais
3. Referida (2%)	
<i>Órgãos pélvicos e retroperitoneais e epigástricos (prostatite, doença inflamatória pélvica, endometriose, pancreatite, úlcera duodenal)</i>	Acompanha sintomas em região de abdome
<i>Vias urinárias (pielonefrite, nefrolitíase)</i>	Geralmente acompanha sintomas abdominais; exame de urina alterado
<i>Aneurisma de aorta</i>	Dor epigástrica; massa abdominal pulsátil

Fonte: GUSSO e LOPES, 2017

A dor lombar crônica pode gerar uma queda na qualidade de vida do indivíduo, devido aos sintomas que a dor causa e ao uso de medicamentos que em muitos casos, não tem o efeito esperado, acarretando uma série de problemas, como dispensas do trabalho, gastos com medicamentos e consultas médicas, perda de sono e momentos de lazer em família, entre outros (STEFANE *et al*, 2013). A dor lombar crônica é um estado físico que dificulta e diminui o desempenho físico e atrapalha o convívio social (DEMOULIN *et al*, 2004). Os sintomas da dor lombar aguda costumam perder a intensidade mais rápido que a dor crônica (KARLSSON *et al*, 2020). Estudos mostram que as dores crônicas e agudas estão relacionadas a postura e a posição sentada, onde essas dores acabam dificultando que o indivíduo tenha a qualidade de vida almejada, encontramos alguns estudos sobre a má postura, para MARQUES *et al*, 2010, “quando mantida por longos períodos, a posição sentada leva a prolongada sustentação de flexão lombar, redução e sobrecarga estática nos tecidos osteomioarticulares da coluna, fatores

esses que estão diretamente relacionados ao desenvolvimento da dor lombar”. Além de observar a postura do indivíduo, deve-se também analisar o modo e o tempo que ele permanece na mesma posição (ANDERSON *et al*, 1975) é recomendado que ao permanecer sentado deva trocar de posição de 5 em 5 minutos, para evitar a fadiga muscular e o incomodo na região lombar (VERGANA *et al*, 2002).

Figura 1: Posição sentada

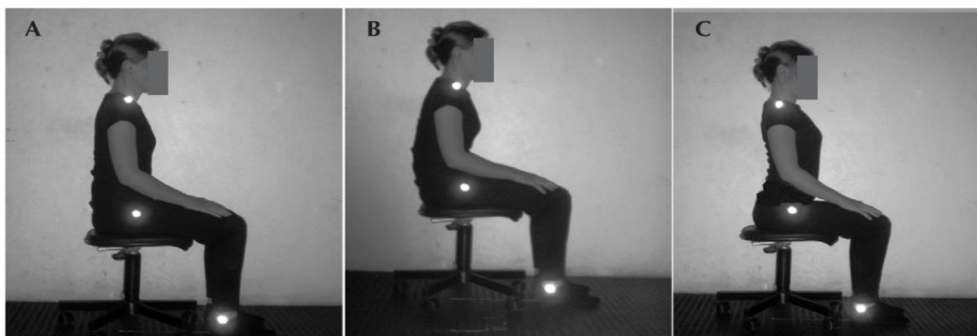


Figura 1: (A) Postura sentada lombo-pélvica ereta ou lordótica, com pelve e coluna lombar em posição neutra; (B) Postura sentada relaxada, com retroversão pélvica e redução da curvatura lombar; (C) Postura torácica ereta com anteversão pélvica e aumento da curvatura da coluna lombar.

Fonte: MARQUES *et al*. (2010)

Na figura 1, MARQUES *et al*. (2010) faz três comparações entre as formas de sentar-se, a foto A é a posição neutra, a mais indicada para manter-se uma melhor postura, a foto B é a postura “relaxada” deixando a pessoa com a curvatura na parte superior da coluna mais acentuada, provocando a cifose, já na foto C, a curvatura acentuada na região da lombar fica mais evidente, provocando a “famosa” lordose.

Em se tratando da postura, podemos citar a importância em desenvolver uma relação entre a posição sentada e o tempo em que se permanece nesta posição. Estudos apontam que “...a permanência nessa posição por mais de 4 horas representa um risco para desenvolvimento de dor lombar” (ADAMS e HULTON, 1983). Estar na posição sentada, significa que o peso corporal total está situado na região do quadril, ísquios, tecidos moles como glúteo e coxa (MARQUES *et al*, 2010). A postura sentada cifótica e a postura sentada lordótica são vícios posturais onde o emprego da carga é mais centralizado, causando dor e fadiga muscular na região afetada. A permanência em ficar na posição sentada por horas, implica em dores frequentes acarretando problemas no desempenho da boa atividade de trabalho (MARQUES *et al*, 2010).

A elevada quantidade de horas na postura sentada faz com os profissionais adotem uma postura inadequada durante a jornada de trabalho. A literatura demonstra que essa elevada quantidade de horas sentada favorece o surgimento de lombalgias em pilotos civis e militares durante o voo (DANTAS *et al.*, 2015, TANEJA *et al.*, 2008). A dor lombar é um grande problema entre os pilotos civis podendo interferir na prontidão operacional e no voo, comprometendo o desempenho e segurança. Alguns fatores influenciam na acentuação da dor lombar: o mal posicionamento corporal por longos períodos sentados e a vibração da aeronave (SILVA, 2018).

Na aviação militar, em pilotos de asa rotativa ocorre uma elevada prevalência de dores lombares devido à forte vibração vertical e a disposição dos comandos desse tipo de aeronave (SILVA, 2018; THURESSON, ANG, RINGDAL, 2003). Os pilotos de asa rotativa adotam uma postura assimétrica, com tronco inclinado a frente e rotacionado a esquerda, em consequência da disposição dos comandos de voo. A literatura aborda que a dor nas costas está relacionada a má postura, ergonomia e vibração da aeronave (SILVA, 2018; KELLY *et al*, 2017). Fazendo uma correlação entre duração e dor, podemos constatar que quanto maior o tempo de duração de voo, maior o relato da frequência de dor lombar sentida pelos pilotos (PROMBUMROONG *et al*, 2011). Após observar vários estudos sobre aviação de asas rotativas autores fazem a relação entre voo e dor lombar e assimilam os fatores de risco como por exemplo: postura assimétrica durante o voo; *design* do cockpit, de acento, vibração de corpo inteiro, postura estática, sessões prolongadas de voo e duração do voo (SILVA, 2018). Já para pilotos de caça, há uma elevada incidência de cervicalgia em consequência sustentação do peso do capacete e máscaras de oxigênio (POSH *et al.*, 2019). Alguns fatores como idade e tempo/hora de voo também são possivelmente fatores de risco associados a dor lombar (ALBRETHEN *et al.*, 2016).

A musculatura estabilizadora da coluna, musculatura do “core”, necessita estar fortalecida para não gerar sobrecarga na coluna durante o voo, sendo extremamente importante que os pilotos tenham um bom preparo físico para a melhoria e manutenção do seu desempenho favorável nas horas do voo, evitando assim lombalgias (GOMES *et al.*, 2020; RINTALA *et al.*, 2015). Alguns fatores implicam nos aspectos biopsicossociais, como os fatores biológicos (genéticos e bioquímicos), fatores psicológicos (estado de humo, personalidade e de comportamento) e fatores sociais (culturais, familiares, socioeconômicos e médicos) de cada militar piloto e/ou tripulação, os fatores negativos prejudicam o desenvolvimento e o desempenho durante as etapas de voo (PROMBUMROONG *et al*, 2011). A observação feita é que por vários fatores, a dor lombar é comum entre a população e está relacionada com as atividades e tarefas de voo (HONKANEN *et al*, 2017).

Alguns pesquisadores vêm desenvolvendo estudos que relacionam os temas: dor nas costas, pilotos e tipos de aeronaves. Em um dos estudos foi observado que a postura adaptada pelos pilotos nos voos também está sendo estudada, se tratando de um fator importante para desenvolver ou não a dor nas costas, é observado que a vibração da aeronave civil de transporte não tem correlação com as dores nas costas (ALBRETHEN *et al*, 2016). O que também vem sendo estudado é a correlação entre a dor lombar e o enfraquecimento das musculaturas lombares e abdominal e se a falta de flexibilidades nos membros inferiores potencializa esta dor (HONKANEN *et al*, 2017).

Alguns estudos mostram que para diagnosticar da dor lombar é utilizado a aplicação do Questionário Nórdico Padronizado e Exames Clínicos que avaliam: a marcha normal, na ponta dos pés e apoiado no calcanhar; Inspeção; Palpação; Teste de Schober (flexão lombar); Teste de Stibor (avaliação toracolombar); Flexão Lateral e extensão até 30º; Teste reflexo patelares e aquileus com pernas pendentes; Manobra de Lasègue (elevação de perna estendida); Manobra de PACE; Teste de Patrick ou FABER; Teste de FAIR; Teste de Thomas (flexibilidade do ilipsoas); Teste de Sorensen (fadiga muscular lombar); Teste de fadiga abdominal (GUSSO e LOPES, 2017; HONKANEN *et al*, 2017 DEMOULIN *et al*, 2004).

Geralmente os estudos de testes e exercícios caminham em paralelos nas pesquisas com enfoque sobre exercícios e atividades físicas que auxiliam na melhora da dor lombar. Estudos indicam que antes do paciente entrar com procedimentos farmacológicos, e a lombalgia estiver no estado mecânico, que o paciente opte por realizar atividades físicas e exercícios que foquem na isometria, fortalecimento muscular e alongamento (QASSEM *et al*, 2017). Sobre a correlação entre exercícios físicos e dor lombar aguda, os resultados sugeriram que a melhora dos sintomas seja de baixa a moderada (KARLSSON *et al*, 2020). Outros estudos associados a dor lombar e atividades físicas como o pilates, revelam que os sintomas de dor lombar diminuíram com a rotina de realizar os exercícios de flexibilidade, resistência e força muscular (ALVES *et al*, 2020). Estudos apontam que o fortalecimento muscular e a resistência isométrica podem ajudar na prevenção contra a dor lombar (HONKANEN *et al*, 2017).

A relação entre cansaço e dor lombar é frequente em elevadas jornadas de horas de voo, assim como posição sentada somada a postura incorreta e por longo período, pode agravar a dor lombar (MONTEIRO, 2018). Em se tratando do piloto de aviação de patrulha observamos que a longa duração das etapas de voo, que podem durar de 7 a 16 horas, além das diferentes jornadas de voo para cada tipo de aeronave de patrulha (P95 e P3) que variam desde o tamanho da aeronave, quantidade de militares que compõe a tripulação, tempo de duração de cada etapa de voo, além de diferenças físicas e fisiológicas de cada indivíduo da tripulação (FAB, 2020). Observamos uma grande lacuna em relação a estudos envolvendo a aviação de patrulha militar. Até o presente momento não foram encontrados nenhum estudo que fizessem menção a aviação de patrulha, tempo de voo e dor lombar. Desta forma, será que existe relatos de prevalência de dor lombar na tripulação de aviação de patrulha na Força Aérea Brasileira?

Sendo assim, o objetivo deste estudo é investigar a prevalência de dor lombar nos militares dos esquadrões de aviação de patrulha da Força Aérea Brasileira.

OBJETIVO DA PESQUISA

Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo investigar a prevalência de dor lombar nos militares dos esquadrões de voo da aviação de patrulha da Força Aérea Brasileira.

Objetivos específicos

- Observar a prevalência de dor lombar na tripulação da aviação de patrulha nos esquadrões 1/7 Orungan, 2/7 Phoenix e 3/7 Neturno.
- Observar relatos de dores musculoesqueléticas na região lombar através do Questionário Nórdico Padronizado,
- Observar a postura do piloto e da tripulação por meio da fotogrametria,
- Analisar a força dos músculos extensores, flexores e rotadores de tronco
- Medir a amplitude de movimento de flexão, extensão, inclinação lateral através da inclinômetro.

HIPÓTESE

Existe uma relação positiva entre a prevalência de dor lombar e horas de voo em militares dos esquadrões de voo da aviação de patrulha da Força Aérea Brasileira.

JUSTIFICATIVA

A aviação de patrulha é uma aviação estratégica para a Força Aérea Brasileira (FAB) devido a missão de proteger a extensão territorial nacional 24 horas por dia, e seus esquadrões tem a função de busca e salvamento, ações antissubmarino, controle aéreo avançado, patrulha marítima, minagem aérea, reconhecimento aéreo, comunicações no ar mantendo a soberania e a defesa da dimensão 22 (BUENO, 2018). Os voos da aviação de patrulha são caracterizados pela permanência da tripulação na posição sentada dentro da aeronave com a longa jornada das etapas de voo, que tem a duração entre de 7 a 16 horas e estas jornadas de voo para cada tipo de aeronave de patrulha são completamente diferentes, pois variam desde o tamanho da aeronave (P95 e P3), a quantidade de militares que compõe a tripulação, o tempo de duração de cada etapa de voo, além de diferenças físicas e fisiológicas de cada indivíduo da tripulação (FAB, 2020). Desta forma, observamos a necessidade de investigar a relação de dor lombar com tempo de voo da tripulação da aviação de patrulha levando em consideração a saúde física e o desempenho da tripulação pois a missão é de extrema importância para a vigilância da defesa do espaço aéreo brasileiro, não podendo haver desconforto entre homem-máquina, para que o foco da missão não seja prejudicado. Após a realização da avaliação de questionários e dos testes clínicos, e pontuar se existem queixas de dor poderemos auxiliar na elaboração de condutas e programas de atividade física para minimizar as questões relacionadas ao tempo de voo e ergonomia da cabine, além de planejar algumas estratégias direcionadas a melhora do desempenho operacional desses militares através de exercícios físicos voltados para amenizar as dores lombares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M. A.; HULTON, W. C. The effect of posture on the fluid content of lumbar intervertebral discs. **Spine**, v. 8 n. 6, p. 655-671, 1983.
- ALBRETHEN, I. *et al.* Chronic back and neck pain in pilots flying different aircraft. **Journal of Medical Science and Clinical Research**, v. 4, n. 9, p. 12809-12821, 2016.
- ALENCAR, M. C. B.; TERADA, T. E. M. O afastamento do trabalho por afecções lombares: repercussão no cotidiano de vida dos sujeitos. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 23, n.1, p. 44-51, 2012.
- ALMEIDA, D. C.; KRAYCHET, D. C. Low back pain – A diagnostic approach. **Revista Dor**, v. 18, n. 2, p. 173-177, 2017.
- ALVES, M. C. *et al.* Effects of a pilates protocol in individuals with non-specific low back pain compared with healthy individuals: clinical and electromyography analysis. **Clinical Biomechanics**, v. 72, p. 172-178, 2020.

- ANDERSSON, G. B. J. *et al.* The sitting posture: an electromyography and discometric study. **The Orthopedic Clinics of North America**, v. 6, n. 1, p. 105-120, 1975.
- BRADFORD, N. **The hamlyn encyclopedia of complementary health**. London: Nikki Bradford, 1996.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **A evolução da Aviação de Patrulha no Brasil**. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/patrolha/>. Acesso em: 10/08/2020.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Força Aérea Brasileira foi criada para combater na Segunda Guerra Mundial**. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/24329/>. Acesso em: 20/08/2020.
- BUENO, F. Salve a Patrulha! FAB celebra 76º Dia da Aviação de Patrulha. **NOTAER**, v. XLI, n. 5, p. 08-09, 2018.
- BURKE, J. F. *et al.* Choosing Wisely: highest-cost tests in outpatient neurology. **Annals of Neurology**, v. 73, n. 5, p. 679-683, 2013.
- DANTAS, S. H. M. *et al.* Incidência de dores e desconfortos em pilotos de asas rotativas da Força Aérea Brasileira. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 14, n. 1, p. 73-80, 2015.
- DEMOULIN, C. *et al.* Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: a critical appraisal of the literature. **Joint Bone Spine**, v. 73, n.1, p. 43-50, 2006.
- FERREIRA, G. D. *et al.* Prevalência de dor nas costas e fatores associados em adultos do Sul do Brasil: estudo de base populacional. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.15, n. 1, p. 31-36, 2011.
- GOMES, S. R. A. Fatores associados à dor lombar em pilotos de aviões de caça da Força Aérea Brasileira: estudo transversal, 2020. 89 f. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, UFRN, Natal, RN, 2020.
- GUSSO, G.; LOPES, J. M. C. **Tratado de Medicina da Família e Comunidade: Princípios, Formação e Prática**. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- HARTVIGSEN, J. *et al.* What low back pain is and why we need to pay attention. **The Lancet**, v. 391, n. 10137, p. 2356-2367, 2018.
- 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. 31-34, 2017.
- INCAER. Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica. História Geral da Aeronáutica Brasileira: da criação do Ministério da Aeronáutica até o final da Segunda Guerra Mundial – v.3. Rio de Janeiro: INCAER; Belo Horizonte: Villa Rica, 1991.
- KANASHIRO, R. G. Jornada de voo na aviação de transporte e a prevenção da fadiga. **Revista Conexão SIPAER**, v. 4, n. 2, 2013.
- KARLSSON, M. *et al.* Effects of exercise therapy in patients with acute low back pain: a systematic review of systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 9, n. 1, p. 182, 2020.
- KELLY, A. M. *et al.* Reported back pain in Army Aircrew in relation to airframe, gender, age and experience. **Aerospace Medicine Human Performance**, v. 88, n. 2, 2017.

KRELING, M. C. G. D.; DA CRUZ, D. A. L. M, PIMENTA, C. A. M. Prevalência de dor crônica em adultos. **Revista Brasileira Enfermagem**, v. 59, n. 4, p. 509-513, 2006.

LI, G.; HASLEGRAVE, C. M. Seated work postures for manual, visual and combined tasks. **Ergonomics**, v. 42, n. 8, p. 1060–1086, 1999.

MACEDO, D. D. P. Lombalgias. **Ciência e Cultura**, v. 63, n. 2, p. 42-44, 2011.

MARQUES, R. N.; HALLAL; C. Z.; GONÇALVES, M. Características biomecânicas, ergonômicas e clínicas da postura sentada: uma revisão. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, n. 3, p.270-276, 2010.

MONTENEGRO, H. Dor lombar: o que fazer, quais os tratamentos? Disponível em: <<http://www.itcvertebral.com.br>> . Acesso em: 20 ago 2018.

NASCIMENTO, P. C. R.; COSTA, L. O. Prevalência da dor lombar no Brasil: uma abordagem sistemática. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 6, p. 1141-1155, 2015.

POSH, 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. 44, p. 1-10, 2019.

PROMBUMROONG, J.; JANWANTANAKUL, P.; PENSRI, P. Prevalence of and biopsychosocial factors associated with low back pain in commercial airline pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 82, n. 9, p. 879-884, 2011.

QASSEN, A. *et al.* Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. **Annals of Internal Medicine**, v. 166, n. 7, p. 514-530, 2017.

RINTALA, H. *et al.* Relationships between physical fitness, demands of flight duty, and musculoskeletal symptoms among military pilots. **Military Medicine**. v. 180, n. 12, p. 1233-1238, 2015.

RODRIGUEZ, H. A. F.; MAYORGA, V. O. Characterization of low back pain in pilots and maintenance technicians on a commercial airline. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 87, n. 9, p. 795-799, 2016.

SILVA, J. V. G. helicopter pilots and low back pain: how to manage the risk factors? **Ergonomics International Journal**, v. 2, n. 1, p.1-11, 2018.

SOBOTTA, J. **Atlas de anatomia humana, v. 2: tronco, visceras e extremidade inferior**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

STEFANE, T. *et al.* Dor lombar crônica: intensidade de dor, incapacidade e qualidade de vida. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 26, n. 1, p. 14-20, 2013.

TAVEE, J. O.; LEVIN, K. H. Low back pain. **Continuum (Minneap, Minn)**, v. 23. n. 2, p. 467-486, 2017.

THURESSON, A. *et al.* Neck muscle activity in helicopter pilots: effect of position and helmet mounted equipment. **Aviation Space Environment Medicine**, v. 74, n. 5, p. 527-532, 2003.

Análise da variabilidade da frequência cardíaca em pilotos da Academia da Força Aérea Brasileira submetidos a voo com alteração de altitude e carga Gz

Edson Koury do Nascimento - 1º Ten Av, AFA/SP
Dr. Adriano Percival Caldraro Calvo - UNIFA/RJ
Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

Palavras-chaves: Respostas autonômicas; Variabilidade da frequência cardíaca; Frequência cardíaca; Voo; Pilotos.

INTRODUÇÃO

Sabemos que os combatentes da guerra e os membros do serviço militar são os bens mais valiosos das forças armadas para cumprir a missão de defender o país. Essa missão torna-se progressivamente mais complexa, à medida que surgem demandas operacionais cada vez mais desafiadoras.

A Força Aérea Brasileira (FAB) tem como uma de suas concepções estratégicas o domínio de tecnologias que possam levar seus recursos humanos a maximização dos processos de trabalho e a novos conceitos operacionais (DCA 11-45, 2018). Esta concepção é fundamental, pois segundo Vilela (2018), para manutenção do “Poder Aéreo” de uma nação, é necessário a contínua e crescente aquisição de equipamentos de última geração, com a finalidade de obter vantagem estratégica para a soberania do seu espaço aéreo.

Assim, atendendo a Estratégia Nacional de Defesa (END), a FAB adquiriu as aeronaves de caça F-39 Gripen-NG, uma das mais modernas da atualidade (BRASIL, 2021c; BRASIL, 2020; BRASIL, 2008). Com a incorporação desta nova tecnologia, avançada e de amplo espectro, surge a necessidade do aprimoramento na formação de um quadro de pilotos mais hábeis para lidar com este novo cenário tecnológico. Esta premissa é confirmada ao analisarmos a END onde fica preconizado que a FAB deve priorizar a formação dos quadros técnicos-científicos, militares e civis, visando desenvolver ferramentas de capacitação e treinamento de forma autônoma, que permitam alcançar sua independência tecnológica (BRASIL, 2021c).

O humano e a máquina, trabalhando juntos, marcam a próxima geração de avanços da tecnologia aeroespacial (STEINKRAUS *et al.*, 2012). Isso desafia os especialistas da medicina aeroespacial a desenvolverem processos de avaliação dinâmico do desempenho do piloto. Metodologias práticas devem avaliar as funções fisiológicas da tripulação de forma dinâmica, tanto no pré-voo (seleção, retenção), quanto durante o voo - seleção, retenção, aprimoramento de desempenho (THOMAS; RUSSO, 2007; RUSSO; STETZ; THOMAS, 2005).

O desenvolvimento tecnológico proporcionou avanços nas aeronaves, tanto nos projetos ergonômicos, como na informatização dos sistemas de controle, o que provocou um impacto positivo na segurança de voo, porém, continua-se a constatar em todo o mundo, a permanência do fator humano como destaque nas causas de acidentes aeronáuticos. As cargas estressoras

nas quais os pilotos militares se submetem são extremas, de forma que o despreparo, ou a falta de percepção dos sintomas físicos pode levá-los à falência física (BRASIL, 2016, CARPENTER; ALLUM; HONEGGER, 2001).

As altas cargas encontradas na aviação militar, principalmente durante o voo acrobático, produzem uma série de respostas fisiológicas, o que pode reduzir a capacidade operacional do piloto e ainda ameaçar a segurança do voo através da perda de consciência induzida por força G (G-LOC) (HARGENS; BHATTACHARYA; SCHNEIDER 2013). A carga Gz pode ser classificada positiva quando a componente de aceleração é contrária a força peso e tem intensidade superior à da gravidade ($9,8\text{m/s}^2$) (SCOOT *et al.*, 2007). Esse fator provoca a oscilação do fluxo sanguíneo do piloto, o que resulta em alterações cardiovasculares, aumento do gradiente hidrostático e redução da perfusão cerebral (HARGENS, 2013; HAN *et al.*, 2009).

Diante disso, as ferramentas disponíveis na medicina aeroespacial, embora necessárias, não são suficientes para compreender adequadamente as capacidades operacionais e as dinâmicas de desempenho em voo, dada a velocidade com que se desenvolve a indústria aeroespacial (STEINKRAUS *et al.*, 2012; EVANS *et al.*, 2009; HARDY; PARASURAMAN, 1997). Segundo Silva (2016), além de Newman e Callister (2008), um dos maiores desafios para avaliar a capacitação e treinamento de pilotos é o monitoramento do desempenho fisiológico da tripulação durante o voo. Estudos apontam que para o melhor gerenciamento dos riscos de acidentes aéreos, devemos entender as limitações impostas pela estrutura do cérebro (fisiológica e psicológica) durante ação de pilotagem (HAN *et al.*, 2009, CARPENTER; ALLUM; HONEGGER, 2001).

Dentre as possibilidades de monitoramento de variáveis fisiológicas durante a dinâmica operacional de voo, a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) vem ganhando destaque no meio acadêmico como um instrumento de análise de possíveis adaptações ao ambiente aeroespacial (SÁ, 2015, HARGENS, 2013, NEWMAN; CALLISTER, 2008). A Força-Tarefa da European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) demonstraram que a VFC é uma técnica reconhecidamente capaz de identificar e avaliar as alterações cardiovasculares, por meio do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) e estabeleceram diretrizes para testar equipamentos projetados para medir e registrar VFC. Além disso, ela pode ser utilizada para investigar e quantificar a regulação autônoma cardíaca, sendo um bom preditor para identificar fatores de riscos cardíacos e até mesmo ser utilizado como um marcador do tipo psicológico, como o estresse (SILVA, 2016, BERNTSON; CACIOPPO; GROSSMAN, 2007).

Nos últimos anos, pesquisadores analisaram e validaram o uso de monitores de frequência cardíaca (FC) em comparação com um eletrocardiógrafo, para o realizado o registro da VFC, o que ampliou as possibilidades de avaliações associado a um baixo custo operacional (GILES; DRAPER; NEIL, 2015, VANDERLEI *et al.*, 2008). Dessa forma, estudos em diversos campos foram desenvolvidos com monitores de FC, sendo o da marca Polar® validado para realizar registros semelhantes aos eletrocardiográficos pode, inclusive, ser utilizado para registro da VFC em voo (SILVA, 2016, BOARD; ISPOGLOU, 2016, VALENTI, 2015; GAMELIN; BRTTHOIN; BOSQUET, 2006).

Estudos sobre as respostas da VFC em voo na literatura são escassos, e os que realizaram o teste ortostático, não apresentaram diferenças significativas, possivelmente por ter um nível de exigência gravitacional menor relativo ao voo acrobático (SÁ, 2015; NEWMAN; CALLISTER, 2009). Os poucos estudos que foram realizados em voo, apresentaram limitações ligadas a questões de segurança operacional da atividade militar, o que aparenta ser um fator restritivo para um mais elevado aprimoramento das pesquisas em desempenho humano operacional em pilotos militares (ZENON *et al.*, 2003; SÁ, 2015; SILVA, 2016).

O registro da FC e VFC durante o voo acrobático pode contribuir para identificar padrões que se relacionem com a capacidade operacional dos pilotos de caça da Força Aérea Brasileira (FAB) (ALBUQUERQUE, 2012; SILVA, 2016). Assim o presente projeto de pesquisa pretende conceber prognósticos quanto as respostas autonômicas de pilotos com diferentes níveis de experiências em horas de voo em exposição a alterações constantes de altitude e carga G, durante um voo acrobático controlado e monitorado, o que pode contribuir para a prevenção de acidentes aéreos, diminuição de custos operacionais como também melhorar o desempenho operacional dos pilotos de caça da Força Aérea Brasileira (FAB).

OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo será produzir indicadores de análise da tolerância a alterações de altitude e carga G baseadas no perfil cardíaco em pilotos, quando submetido a voo acrobático controlado.

Para atingir o objetivo geral desse estudo, os objetivos específicos serão:

- Averiguar o perfil antropométrico dos aviadores participantes da pesquisa,
- Identificar o nível de capacidade física aeróbica e anaeróbica da amostra;
- Registrar as respostas autonômicas cardiovasculares durante voo com alterações de altitude e força Gz; e
- Analisar os resultados da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e frequência cardíaca (FC) através da repetição do mesmo perfil de voo acrobático.

QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Devido aos ambientes austeros e à alta demanda de trabalho físico exigido para as tarefas da missão, os membros do serviço militar devem manter um nível de aptidão física mais avançada do que a população civil. No caso da aviação de combate, um satisfatório desempenho operacional de um piloto militar é influenciado pela sua adaptação ao ambiente aeroespacial (STEINKRAUS *et al.*, 2012; ROY *et al.*, 2010).

A saliência, nessa perspectiva, deve-se ao fato de que, dada a acelerada natureza na evolução tecnológica das aeronaves de combate, os pilotos estão sendo cada vez mais expostos aos efeitos deletérios do ambiente aeroespacial. Com o propósito de prevenir estes militares aos riscos decorrentes a exposição ao ambiente aéreo, e ao mesmo tempo, promover melhor desempenho a esta demanda operacional, os especialistas da medicina aeroespacial estão

sendo desafiados a desenvolver métricas para o monitoramento das demandas fisiológicas e de desempenho do piloto durante o voo (STEINKRAUS *et al.*, 2012; THOMAS; RUSSO, 2007).

Com fundamento nessa perspectiva, pode-se formular a seguinte questão de investigação: Uma maior tolerância as alterações de altitude e carga G estariam relacionadas a quantidade de horas nestas condições?

Preliminarmente podemos sugerir de maneira afirmativa a esta questão, fazendo-nos percorrer em direção a hipótese de que: A quantidade de horas de voo acrobático de pilotos influencia de maneira a apresentarem uma melhor resposta de FC e VFC.

Assim, para a realização da análise estatística, com a finalidade de verificar se há diferença entre distribuição de uma medida entre os três grupos a serem pesquisados podemos definimos com hipóteses do teste como:

- H0: Não existe diferença nas variáveis de FC e VFC nos grupos de pilotos com diferentes horas de voo submetidos a alterações variadas de altitude e carga G; e
- H1: Há pelo menos um grupo de pilotos com diferentes horas de voo submetidos a alterações variadas de altitude e carga G que apresenta diferença nas variáveis de FC e VFC.

MATERIAL E MÉTODO

Delineamento do estudo

O presente estudo é um modelo transversal, comparativo e randomizado, com pilotos de ambos os sexos da Academia da Força Aérea (AFA) que avaliará a frequência cardíaca (FC) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante um voo acrobático controlado.

População e amostra

A população do estudo será composta por 75 pilotos da AFA e a amostra será dividida em três grupos, o de Cadetes Aviadores (n=30); o de Pilotos Instrutores do 1º Esquadrão de Instrução Aérea (n=30); e Pilotos da Esquadrilha da Fumaça (n=15).

Crítérios de inclusão e exclusão

Os voluntários para ser incluídos na pesquisa deverão estar: aptos na avaliação antropométrica da aeronave T-27; aptos nas provas de instruções técnicas, previstas no PIMO da AFA; aptos na Inspeção de Saúde da Aeronáutica; apresentar questionário Par-Q negativo; seguir protocolo de hidratação proposto; e participar de todos os testes de solo.

Serão excluídos os voluntários que: estejam impossibilitados de voar; apresentem sobrepeso ou estejam fora dos parâmetros antropométricos da aeronave T-27; apresentem tabagismo ou uso de álcool; estejam fazendo uso de medicamentos ou suplementos neuro estimulantes; não participar dos testes dentro dos prazos estipulados ou não seguir os protocolos e orientações do estudo.

Riscos e benefícios

Os riscos para os pilotos participantes do estudo podem variar de mínimos (responder a questionários); a leve (dor muscular e estafa física devido aos testes de solo) e de moderado a alto (durante a realização do voo acrobático). Entretanto este último está dentro das margens de segurança da instrução aérea prevista para o 1º EIA e de acordo com as normas e procedimentos de segurança operacional da AFA.

Para minimizar os riscos dos voluntários, será garantida a privacidade durante a avaliação antropométrica e para a execução dos testes no solo, será garantida proteção ao limite físico do participante, sendo oferecidas condições para realizar e descansar de forma apropriada às exigências físicas solicitadas individualmente para cada avaliado. Será respeitado um intervalo mínimo de 48h entre as avaliações no solo e os participantes aplicadores desse estudo serão profissionais qualificados na área de Educação Física, pertencentes ao efetivo da Seção de Educação Física do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (SEF-CCAer). Para reduzir os riscos do voluntário na atividade aérea, os voos serão realizados por pilotos do Quadro de Tripulantes (QT) do 1º EIA, habilitados pela Divisão de Operações Aéreas (DOA).

Será realizado um briefing com todos os envolvidos, onde serão abordados os objetivos, procedimentos, riscos e sobre a conduta para interrupção da pesquisa, principalmente quando forem percebidos sinais verbais e não verbais de desconforto os participantes da pesquisa, ou caso seja reportado algum risco ao voluntário, à instrução de voo ou às aeronaves que serão empregadas.

Os benefícios para os participantes deste estudo estarão na identificação do perfil antropométrico, identificação das capacidades físicas anaeróbicas e anaeróbicas, e melhora na percepção das respostas cardiovasculares que ocorrem no solo, como em voo.

Para a AFA e FAB será possível identificar o perfil fisiológico do Quadro de Tripulantes, além da definição de marcadores cardiovasculares específicos, que poderão ser utilizados para controle e desenvolvimento do desempenho operacional.

Poderá ser utilizado para monitorar, afim de mitigar os riscos de doenças cardiovasculares, principalmente em adultos jovens, os quais ainda não apresentem sintomas (RODRIGUEZ, 2019).

Descrição das etapas, procedimentos e instrumentos

Etapa 1: Preparação

Nesta etapa, foram realizadas reuniões com os comandantes do Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea (1º EIA), Divisão de Operações Aéreas (DOA), Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAer) e Chefe da Seção de Educação Física do CCAer (SEF-CCAer), quando foi exposto o projeto de pesquisa. Em seguida foi realizada uma demonstração do protocolo de fixação de equipamento na aeronave T-27 Tucano e a aplicação desses instrumentos na pesquisa. Após os comandantes assinaram a Carta de anuência para autorização da pesquisa.

Por fim, foi realizada uma reunião com o Sr. Comandante da AFA, quando foi exposto o projeto e as Cartas de Anuências dos comandantes dos Setores envolvidos com o estudo. Em seguida a Carta de Autorização de Pesquisa foi assinada.

Após o III Seminário de Pesquisas em Desempenho Humano Operacional, o projeto de pesquisa será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital de Força Aérea de São Paulo (HFASP).

Diante da aprovação do CEP/HFASP, será realizada uma reunião com o público alvo da pesquisa, onde serão informados os objetivos e etapas. Os voluntários irão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aos quais ficarão garantidos o sigilo das informações pessoais, confidencialidade, total acesso aos resultados individuais da pesquisa e serão orientados sobre o protocolo de hidratação, para inclusão no estudo. Os voluntários serão divididos em três grupos, de acordo com o nível de experiência de voo (horas de voo), conforme segue:

- Grupo Cadetes Aviadores (GC): Será composto aproximadamente por 30 cadetes aviadores do 4 ° esquadrão da AFA. Grupo caracterizado por pilotos com menos de 150 horas de voo;
- Grupo Instrutores (GI): Será composto por aproximadamente 30 pilotos instrutores do 1° Esquadrão de Instrução Aérea (EIA). Grupo caracterizado por pilotos com mais de 500 horas e menos de 1500 horas de voo;
- Grupo Esquadrilha da Fumaça (GE): Será composto por aproximadamente 15 pilotos, que seria todo o efetivo do Esquadrão de Demonstração Aérea (EDA). Grupo caracterizado por pilotos com mais de 1500 horas de voo.

Etapa 2: Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (BRASIL, 2013), consiste na análise de medidas corporais e aferição da Pressão Arterial (PA) para avaliar estado nutricional e diagnosticar riscos de doenças cardíacas, assim como outras condições de saúde (ACSM, 2014). Na FAB, o Curso para Aplicação do Teste de Condicionamento Físico (CATF) possibilita a correta aplicação dos procedimentos de avaliação antropométricas no seu efetivo (BRASIL, 2019).

Dessa forma os voluntários serão avaliados por este pesquisador e por militares capacitados com o Curso de Aplicador de Teste Físico da Aeronáutica (CATF). Será realizado em ambiente com temperatura controlada, no qual ficará garantida a privacidade do voluntário durante as coletas de dados.

Antes de começar, o voluntário deverá estar descalço e utilizando o uniforme de educação física (9º Uniforme). Será verificado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devidamente assinado e será preenchida a Ficha de Anamnese que terá a intenção de registrar a experiência dos pilotos em horas de voo, qual o perfil se enquadra, Cadete Aviador, Instrutor de Voo ou Piloto da Esquadrilha da Fumaça. Será analisado o risco à saúde com o

preenchimento de questionário Par-Q. Por fim, será quantificado o nível de prática de atividade física do voluntário.

Caso o questionário Par-Q seja todo negativo, será iniciada a coleta de dados, iniciando com o protocolo de aferição da FC de repouso.

Para medir a FC de repouso será utilizado o relógio frequencímetro Polar® V800. O voluntário deverá se deitar na posição de decúbito dorsal e aguardar o período de 10 (dez) minutos. A aferição será realizada por meio do valor apresentado no equipamento. O registro será em bpm.

Na avaliação da massa corporal será utilizada a balança digital Ramuza ® modelo DP 200, capacidade de carga mínima de 01 kg e máxima de 200 kg, divisão de 50 g e classe de exatidão III.

Para a estatura será utilizado um estadiômetro do tipo fixo CONTEK, com campo de medição de 0 a 200cm e resolução em milímetros. O voluntário deverá ficar em pé, com peso distribuídos em ambos os pés, com esses na posição paralela, braços relaxados com a palma das mãos voltadas para o corpo. Deverá estar de costas para a parede, encostando o calcanhar, panturrilhas, nádegas, costas e a parte superior da cabeça. A cabeça deverá estar nivelada, utilizando como base o plano de Frankfurt, que consiste na linha imaginária que passa na borda externa superior do meato acústico externo (ouvido) e na margem mais baixa da órbita ocular. Para medição, o voluntário deverá realizar inspiração profunda e ficar em apneia enquanto o cursor do instrumento é fixado contra a cabeça, com pressão suficiente apenas para comprimir o cabelo. O registro será em m (BRASIL, 2019).

Para mensurar o perímetro de cintura será utilizada uma trena antropométrica de fibra de vidro inelástica e maleável, marca CONTEK, comprimento de 150 cm, escala em milímetros e divisão de 1 cm. O voluntário deverá estar em pé, levantar a blusa, com os braços flexionados e cruzados na frente no corpo e abdômen relaxado. O avaliador deverá identificar e marcar a 10^o costela (que é a última costela fixa), e a crista ilíaca, para então marcar o ponto médio. Após, o voluntário em posição relaxada, irá passar a trena na marcação do ponto médio, ajustando para que a fita fique paralela ao solo.

Para as dobras cutâneas será utilizado um plicômetro CESCORF Científico Tradicional, com sensibilidade de 0,1mm, pressão de 10g/mm² e amplitude de leitura de 85mm. Os pontos de referência serão identificados com caneta de tinta porosa. Utilizando os dedos indicador e polegar, com uma distância de 5 a 8 cm do ponto, serão destacadas as dobras peitoral, abdômen e coxa para público masculino e tricipital, supra-ilíaca e coxa para público feminino. Serão realizadas três medidas, de forma sequência e não repetitiva, no qual o avaliador irá esperar de 2 a 4 segundos com o plicômetro na posição perpendicular ao ponto de avaliação. Será utilizada a médias dos três valores obtidos. Caso haja diferença superior a 5% entre os valores obtidos para um mesmo ponto de referência, o avaliador irá realizar nova coleta de medidas. O registro será em mm.

Etapa 3: Testes de solo

Os voluntários serão submetidos a testes de solo para caracterização da amostra.

Os testes aeróbicos e anaeróbicos serão aplicados por militares capacitados com o CATF, e supervisionado pelo pesquisador responsável pela pesquisa e realizados nas dependências da Seção de Educação Física do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (SEF-CCAer).

Visando um melhor controle do fator térmico durante a execução dos testes, os testes irão ocorrer no horário entre 07:00 e 09:00h.

O período para realização destes testes será de 3 semanas, no qual o grupo GC será avaliado aos domingos, visando uma maior possibilidade de descanso do cadete, em virtude da rotina de formação acadêmica e nos sábados para os grupos GI e GE. Os grupos serão subdivididos em dois para sequenciamento das datas de avaliação, conforme descrito no Quadro 01:

Quadro 01: Divisão de grupos por tipos de testes

Grupos	YO-YO	RAST
GC-1	1ª Semana (Domingo)	2ª Semana (Domingo)
GC-2	2ª Semana (Domingo)	1ª Semana (Domingo)
GI-1 e GE-1	1ª Semana (Sábado)	2ª Semana (Sábado)
GI-2 e GE-2	2ª Semana (Sábado)	1ª Semana (Sábado)
Voluntários faltosos	3ª e 4ª Semanas (Sábado ou Domingo)	3ª e 4ª Semanas (Sábado ou Domingo)

Fonte: O próprio autor, 2021.

Os voluntários serão orientados a não realizar atividade física vigorosa ou participar da instrução aérea, no período de 48h antes da realização do teste, para o qual estiver escalado. Caso o voluntário se apresente para o teste com um intervalo inferior às 48h, será orientado a retornar em data posterior para nova realização dos testes de solo.

Para cada tipo de teste, será realizado um briefing, no qual será exemplificado o que precisa ser feito e será disponibilizado tempo para sanar dúvidas ou questionamentos. Após os voluntários irão aguardar por 10 minutos, na posição de decúbito dorsal, para aferição da Frequência de Repouso pré-teste (FCRep1). Antes de iniciar cada teste os voluntários deverão fazer um aquecimento leve por um período de 10 minutos. Ao final os voluntários deverão fazer uma recuperação ativa de 5 minutos.

Para determinar a potência anaeróbia serão aplicados os testes de impulsão vertical e o teste *Running-based Anaerobic Sprint-Test* (RAST). Primeiro será realizado o teste de impulsão vertical e na sequência será realizado o RAST. Para realizar o primeiro teste, o voluntário deverá se posicionar ao lado de uma parede, com pelo menos 5 m de altura, segurar um giz com a mão e saltar o mais alto que puder, partindo da posição de agachamento (joelhos flexionados a 90°) e mãos sobre as coxas, utilizando o giz para marcar a parede. Serão realizadas três tentativas, com intervalos de sessenta (60) segundos, onde será considerada a marcação mais alta. A partir desse teste, será calculada a potência de pico (PP) em watts (Silva Junior *et al.*, 2011). Para a realização deste teste de campo de alta intensidade e curta duração, o voluntário deverá realizar seis (6) corridas com velocidade máxima dentro de um percurso de 35 metros, com um intervalo

de 10 segundos entre cada corrida. Para iniciar esse teste, será registrada a massa corporal do voluntário. Para aplicação serão necessários dois avaliadores para cada voluntário, onde o 1° irá registrar o tempo de cada corrida no percurso e o 2° irá comandar o início de cada corrida e controlar o tempo de intervalo de 10 segundos. A partir dos resultados obtidos nesses testes, serão calculadas as Potências máxima (P.Máx), média (P.Med) e mínima (P.Min) em watts, Índice de Fadiga (IF) em porcentagem e o Tempo total do teste (TT) (MEZENCIO *et al.*, 2014, QUEIROGA *et al.*, 2013).

Para determinar a potência aeróbia, será aplicado o *Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1* (YoYo IR1). Nesse teste de campo com intensidade progressiva, o voluntário deverá cumprir o percurso de ida e volta, dentro o circuito demarcado de 20 metros (total de 40 m), de acordo com as instruções do áudio, onde o bipe sequencial de 5 segundos marcará o início do percurso, o próximo bipe marcará o ponto de virada e o seguinte marcará o ponto de término. Após cada corrida, o voluntário irá realizar uma recuperação ativa de 10 segundos, contornando um cone que estará a 5 m do ponto de início. O teste será finalizado quando os voluntários atingirem seu limite físico e ficarem atrás do ritmo de corrida exigido ou quando optarem por não continuar. A partir dos resultados obtidos nesse teste será calculado o VO_2 max relativo à massa corporal do voluntário, que será em ml/kg/min.. Para ambos os testes de campo, os voluntários deverão começar a corrida da posição parada e cumprir o percurso demarcado (LIZANA *et al.*, 2014, QUEIROGA *et al.*, 2013, BANSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008).

Etapa 4: Testes em voo

Antes de iniciar a avaliação em voo, os voluntários deverão ter cumprido o protocolo de hidratação e respeitado o intervalo mínimo de 48h sem atividade física moderada para intensa ou ter voado. Para realizar as aferições necessárias, o voluntário deverá trazer um kit com o 9° Uniforme. Para realizar o registro em voo, serão utilizados um o relógio frequencímetro Polar® V800, com cinta cardíaca e uma câmera do tipo GoPro®, com suportes específicos, que serão instalados na aeronave T-27 Tucano para registro do tempo de voo, variação de altitude, velocidade e Força G. Após os dados do frequencímetro serão sincronizados e estratificados de acordo com as gravações de vídeo. Para controlar a variável de hidratação, será aferida a variação de peso do Equipamento de Voo (EQV) e a massa corporal (MC) do voluntário.

Esse teste ocorrerá em três fases: Pré-Voo, Voo e Pós-voo.

A fase Pré-Voo ocorrerá 02:00h antes do horário previsto para a decolagem. O voluntário será direcionado para a sala da Aero médica do 1° EIA, onde deverá colocar o 9° Uniforme, instalar a cinta do frequencímetro Polar® e aguardar por 10 minutos na posição de decúbito dorsal, para aferição da Frequência Cardíaca de Repouso pré-teste (FCRep1). A partir desse momento ocorrerá o registro contínuo da FC do voluntário. Em seguida serão aferidos o peso do uniforme de voo, após a MC do voluntário utilizando apenas 9° Uniforme e depois com o EQV.

A fase Voo tem início com o briefing das equipagens, o que ocorre 01:00h antes do horário previsto para a decolagem. Após, o voluntário será acompanhado até a aeronave, no qual o deslocamento deverá ocorrer de forma prévia e em forma de caminhada leve. Após a amarração do voluntário à aeronave, a câmera do tipo GoPro®, que estará instalada na nacele da aeronave,

será ligada e o tempo do mostrador do relógio será registrado para futura sincronização dos dados. O voo irá cumprir o perfil previsto no Manual de Procedimentos do 1° EIA, para a fase de formatura. Os pilotos envolvidos seguirão o perfil previsto, conforme descrito na Figura 01.

Antes do voo, serão analisados os dados de FC 5 minutos anteriores à partida do motor e 5 minutos logo após o corte do motor, no qual o voluntário deverá ficar sentando, amarrado à aeronave.

Figura 01: Desenho experimental do voo

1° Pré decolagem	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 10 min • Altitude - solo • Variação de Carga G - não há 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo em solo, desde a amarração na aeronave até a decolagem
2° Subida	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 10 min • Altitude - solo a 12.000ft • Variação de Carga G - não há 	<ul style="list-style-type: none"> • Subida com razão predominante de 1000ft/min, variação de altitude 10.000ft
3° Nivelamento	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 5 min • Altitude - 12.000ft • Variação de Carga G - não há 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilização na altitude de 12.000ft e reposicionamento na área de instrução
4° 1ª Sequência Acrobática	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 15 min • Altitude - 6.000 à 12.000ft • Variação de Carga G - 0 à 3,5Gz 	<ul style="list-style-type: none"> • Execução de sequência acrobática com variação de 0 Gz à 3,5 Gz, de forma intervalada (15 segundos)
5° 1ª Recuperação	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 5 min • Altitude - 6.000 à 12.000ft • Variação de Carga G - 1 Gz (+/- 0,2Gz) 	<ul style="list-style-type: none"> • Curva de 30° de inclinação, em subida de 500~1000ft/min
6° 2ª Sequência Acrobática	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 15 min • Altitude - 6.000 à 12.000ft • Variação de Carga G - 1 à 3,5Gz 	<ul style="list-style-type: none"> • Execução de sequência acrobática com variação de 0 Gz à 3,5 Gz, de forma intervalada (15 segundos)
7° 2ª Recuperação	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 4 min • Altitude - 6.000 à 4.000ft • Variação de Carga G - 1 Gz (+/- 0,2Gz) 	<ul style="list-style-type: none"> • Variação gradativa de altitude 500ft/min, reposicionamento e regresso da área de instrução
8° Descida e pouso	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 6 min • Altitude - 4.000 à solo • Variação de Carga G - 1 à 2 Gz 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresso no circuito de tráfego e execução de manobra para pouso, Pilofe (+2 Gz)
9° Pós-pouso	<ul style="list-style-type: none"> • Duração - 10 min • Altitude - 6.000 à 4.000ft • Variação de Carga G - 1 Gz (+/- 0,2Gz) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pouso, táxi de regresso, estacionamento da aeronave e procedimentos de desamarração

Fonte: O próprio autor, 2021.

A fase Pós-voo tem início logo após o estacionamento e corte do motor da aeronave. O voluntário será direcionado para a sala da Aero médica, onde serão aferidos MC do voluntário utilizando o EQV, após apenas o peso do uniforme de voo e depois a MC do voluntário utilizando apenas 9º Uniforme. Em seguida deverá aguardar por 10 minutos na posição de decúbito dorsal, para aferição da FCRep2. Ao final, o voluntário deverá responder o questionário de avaliação da carga de trabalho NASA-TLX (NASA, 2019; SÁ, 2015).

Análise e interpretação dos dados

Para análise das respostas autonômicas cardiovasculares será utilizado um relógio frequencímetro da marca/modelo Polar® / V800. Para a transferência dos dados coletados pelo relógio será utilizado o programa Polar Flow® para sincronizar os dados com o computador. Após estes procedimentos os dados serão exportados para o programa Kubios HRV®, para realizar a análise e tratamento dos dados.

Para sincronizar, identificar e estratificar os dados do frequencímetro, as gravações serão analisadas e os recortes de tempo serão inseridos no programa Kubios HRV®. Serão registradas as variações de carga, altitude e velocidade de acordo com o tempo de voo, para realização da interpretação dos dados.

A VFC será analisada nos seguintes parâmetros: Média de intervalos R-R (RR), variabilidade dos intervalos RR analisado em período curto (SD1), variabilidade dos intervalos RR, analisado em período longo (SD2), desvio padrão dos intervalos RR (SDNN), raiz quadrada das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes ao quadrado (RMSSD), intervalos RR adjacentes com diferença maior que 50ms (NN50), percentual dos intervalos RR adjacentes com diferença maior que 50ms (pNN50), média e desvio da frequência cardíaca (FC) (SILVA, 2016; SÁ, 2015; AUBERT, 2003).

Para análise da FC, no domínio da frequência, serão considerados os seguintes componentes: Baixa frequência (LF), frequência muito baixa (VLF) e de alta frequência (HF). Será analisada também a razão de LF e HF (LF/HF) como um indicador de atividade simpato-vagal do nódulo sinusal (VANDERLEI *et al.*, 2009).

As análises estatísticas dos resultados serão realizadas por meio do programa computacional da IBM software SPSS® Statistics Versão 25.0 do qual serão identificadas as médias (M) e Desvio Padrão (DP).

Será utilizado o teste de normalidade (Shapiro Wilk, ou Kolmogorov-Smirnov) a depender do número de indivíduos que efetivamente concluirão o estudo e melhor se adequar a análise.

As variáveis serão comparadas através da Análise de Variância modalidade unidirecional (One-way). Para a comparação dos efeitos da análise estatística, será utilizado o ajuste de intervalo de confiança de Bonferroni.

Será considerado o intervalo de confiança (CV) de 90% para uma mudança real da média ou das diferenças e será definido $p < 0,05$ como o nível de significância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM American College of Sports Medicine. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

ASANO, R. Y. *et al.* Comparação da potência e capacidade anaeróbia em jogadores de diferentes categorias de futebol. **Motricidade**, v. 9, n. 1, p. 5–12, 2013.

BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. *Sports Medicine*, v. 38, n. 1, p. 37–51, 2008.

BERNTSON, G. G.; CACIOPPO, J. T.; GROSSMAN, P. Whither vagal tone. **Biological Psychology**, v. 74, n. 2, p. 295–300, 2007.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Manual de procedimentos do 1º EIA**. Pirassununga - SP, 2021a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Programa de instrução e manutenção operacional da AFA**. Pirassununga: 2021b.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. NSCA 54-3 **Teste de avaliação do condicionamento físico no Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro: 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **DCA 11-45 - Concepção Estratégica Força Aérea 100**. Portaria Nº 1.597/GC3. BCA Nº 180, 2018. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/prestacaodecontas/DCA11452018FAB100.pdf> > Acesso em: 27 jan. 2021.

BRASIL. Ministério Da Defesa. Comando Da Aeronáutica. **COPAC - 40 Anos**. Revista eletrônica Comissão Coordenadora Do Programa Aeronave De Combate, **2021c**. Disponível em: <https://issuu.com/portalfab/docs/copac_40_anos>. Acesso em: 25 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Saúde. ICA 160-6. **Instruções técnicas das inspeções de saúde na aeronáutica**, Brasília - DF, 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. Força Aérea Brasileira. **Simpósio em Brasília (DF) apresenta capacidades do F-39 Gripen**. Disponível em: <[https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36491/NOVO%20CA%C3%87A%20%20Simp%C3%B3sio%20em%20Bras%C3%ADlia%20\(DF\)%20apresenta%20capacidades%20do%20F-39%20Gripen](https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36491/NOVO%20CA%C3%87A%20%20Simp%C3%B3sio%20em%20Bras%C3%ADlia%20(DF)%20apresenta%20capacidades%20do%20F-39%20Gripen)>, Brasília – DF, 2020. Acesso em: 27 de jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Política Nacional de Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/cpoy_of-estado-edefesa/pnd_end_congresso_.pdf> Acesso em: 27 jan. 2021.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saúde – Manual de Antropometria**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

CARPENTER, M. G.; ALLUM, J. H. J; HONEGGER, F. Vestibular influences on human postural control in combinations of pitch and roll planes reveal differences in spatiotemporal processing. **Experimental Brain Research**, v. 140, n. 1, p. 95–111, 2001.

EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY; THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043–1065, 1996.

EVANS, A. D. *et al.* Safety management as a foundation for evidence-based aeromedical standards and reporting of medical events. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 80, n. 6, p. 511-515, 2009.

GILES, D.; DRAPER, N.; NEIL, W. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 3, p. 563–571, 2015.

HARDY, D. J.; PARASURAMAN, R. Cognition and flight performance in older pilots. **Journal Experimental Psychology: Applied**, v. 3, n. 4, p. 313-348, 1997.

HARGENS, A. R.; BHATTACHARYA, R.; SCHNEIDER, S. M. Space physiology VI: exercise, artificial gravity, and countermeasure development for prolonged space flight. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 9, p. 2183–2192, 2013.

HAN W-Q. *et al.* Cerebral hemodynamics and brain functional activity during lower body negative pressure. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, 80, n. 8, p. 698–702, 2009.

QUEIROGA, M. R. *et al.* Validity of the RAST for evaluating anaerobic power performance as compared to Wingate test in cycling athletes. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 19, n. 4, p. 696–702, 2013.

LIZANA, C. J. R. *et al.* Análise da potência aeróbia de futebolistas por meio de teste de campo e teste laboratorial. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 6, p. 447–450, 2014.

LOURENÇO, T. F. *et al.* Reproducibility of an Incremental Treadmill $\dot{V}O_2$ max Test with Gas Exchange Analysis for Runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 1994–1999, 2011.

MEZÊNCIO, B. *et al.* Análise da validade dos parâmetros absolutos e relativos para o cálculo da potência anaeróbia no RAST. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 28, n. 1, p. 7–12, mar. 2014.

NASA. TLX @ NASA Ames - NASA TLX Paper/Pencil Version. Disponível em: <<https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/tlxpaperpencil.php>>. Acesso em: 26 fev. 2021.

NEWMAN, D. G.; CALLISTER, R. Cardiovascular training effects in fighter pilots induced by occupational high G exposure. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 79, n. 8, p. 774-778, 2008.

REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 669–683, 2000.

SCOTT, J. M. *et al.* Cardiovascular consequences of high-performance aircraft maneuvers: implications for effective countermeasures and laboratory-based simulations. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 32, n. 2, p. 332-339, 2007.

VALENTI, V. E. O uso recente da variabilidade da frequência cardíaca para pesquisa. **Journal of Human Growth and Development**, v. 25, n. 2, p. 137–140, 2015.

VANDERLEI, L. C. M. *et al.* Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 41, n. 10, p. 854–859, 2008.

RODRIGUEZ, D. Hidratação e treinamento de força: Alterações no volume plasmático influenciam a hipotensão pós-exercício, trabalho cardíaco e complacência arterial. 2019. 137f. **Tese** (Doutorado). Faculdade de Educação Física, Universidade São Judas Tadeu. São Paulo, 2019.

ROY, T.C; SPRINGER, B. A.; MCNULTY, V.; BUTLER, N.L. **Physical Fitness Military Medicine**, v. 175, p. 14-20, 2010.

RUSSO, M.B.; STETZ, M.C.; THOMAS, M.L. Monitoring and predicting cognitive state and performance via physiological correlates of neuronal signals. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 76, p. 59-63, 2005.

SASSI, R. *et al.* Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. **Europace**, v. 17, n. 9, p. 1341–1353, 2015.

SILVA-JUNIOR, C. J. *et al.* Relação entre as potências de sprint e salto vertical em jovens atletas de futebol. **Motricidade**, v. 7, n. 4, p. 5–13, 2011.

STEINKRAUS, L. W. *et al.* Aeromedical decision-making - It may be time for a paradigm change. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 83, p. 1006-1007, 2012.

THOMAS, M. L.; RUSSO, M. B. Neurocognitive monitors: toward the prevention of cognitive performance decrements and catastrophic failures in the operational environment. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 78, Suppl. 5, p.144-152, 2007.

WOOD, R. **Instructions on How to Conduct the Yo-Yo Test - The Complete Guide to the Yo-Yo Test**. Disponível em: <<https://www.theyoyotest.com/procedure.htm>>. Acesso em: 24 fev. 2021.