



Artigo Original

Original Article

**Prevalência de sintomas musculoesqueléticos e fadiga em pilotos instrutores de T-27 da Força Aérea Brasileira e fatores associados**  
*Prevalence of Musculoskeletal Symptoms and Fatigue in Brazilian Air Force T-27 Instructor's Pilots and Associated Factors*

Eduardo Augusto Montenegro Duque<sup>§1</sup> MSc; Renato Massaferrri<sup>1</sup> PhD; Adriano Percival Calvo<sup>1</sup> PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade da Força Aérea

Recebido em: 26 de setembro de 2022. Aceito em: 11 de outubro de 2022.

Publicado online em: 29 de setembro de 2023.

DOI: 10.37310/ref.v91i4.2861

**Resumo**

**Introdução:** Os pilotos instrutores de T-27 da Academia da Força Aérea (AFA) são constantemente expostos a uma grande quantidade de voos, frequentemente com cargas G elevadas, aumentando o risco de sintomas musculoesqueléticos (SME) e fadiga após voo (FAV). Aponta-se que a prática de exercício físico regular (EFR), principalmente em volumes altos, pode diminuir a prevalência destes sintomas. Entretanto, dados que os relacionam com EFR são limitados.

**Objetivo:** Avaliar a associação de perfil de EFR e FAV com SME em pilotos instrutores de T-27 da Força Aérea Brasileira (FAB).

**Métodos:** Foram selecionados para a pesquisa 50 instrutores, que preencheram um questionário sobre experiência de voo, prática de EFR, SME e FAV. Para comparações entre grupos foi utilizado o teste Exato de Fisher ( $p < 0,05$ ).

**Resultados:** Setenta e oito por cento dos instrutores reportaram SME, destacando-se a região lombar (60%). FAV alta foi reportada por 42% após voo acrobático, 14% após dois voos e aumento para 68% após o terceiro voo diário. Não foram encontradas diferenças no acometimento de SME e FAV quando praticado EFR, independentemente do volume. Encontrou-se associação entre FAV na lombar após voo acrobático e presença de SME frequentes, além de efeito mais intenso quando o SME é específico na lombar.

**Conclusão:** A prevalência de SME e FAV nesta população é alta, sendo a região lombar a mais afetada. Os sintomas agravam-se com o acúmulo de voos e com os voos acrobáticos. A prática de EFR, independentemente do volume, parece não influenciar, sugerindo que o treinamento físico realizado pode não ser o mais adequado.

**Palavras-chave:** aviação militar, dor lombar, fadiga, exercício físico

**Pontos Chave**

- A prevalência de sintomas musculoesqueléticos (SME) foi alta; 78%

A região mais afetada foi a lombar que se mostrou associada à fadiga após voos acrobáticos, e com o número de voos de instrução diários.

- A prática de exercício físico regular (EFR) não estava associada a SMR.

<sup>§</sup>Autor correspondente: Eduardo Augusto Montenegro Duque – e-mail: [eduardoque@hotmail.com](mailto:eduardoque@hotmail.com)

Afiliações: <sup>1</sup>Universidade da Força Aérea.

### Abstract

**Introduction:** T-27 instructor pilots at the Air Force Academy (AFA) are constantly exposed to a great volume of flights, often with high G loads, increasing the risk of musculoskeletal symptoms (MSS) and post-flight fatigue (PFF). It is pointed out that the practice of regular physical exercise (RPE), especially at high volumes, can reduce the prevalence of these symptoms. However, data relating them to RPE are limited.

**Objective:** To evaluate the association of RPE and PFF profiles with MSS in T-27 instructor pilots from the Brazilian Air Force (FAB).

**Methods:** Fifty instructors were selected for the research, who filled out a questionnaire which examined flight experience, RPE practice, MSS, and PFF. For comparisons between groups, Fisher's Exact test was used ( $p < 0.05$ ).

**Results:** Seventy-eight percent of instructors reported MSS, with emphasis on the lower back (60%). High PFF was reported by 42% after aerobatic flight, 14% after two flights and increased to 68% after the third daily flight. No

differences were found in the involvement of MSS and PFF when RPE was practiced, regardless of volume. An association was found between lumbar PFF after aerobatic flying and the presence of frequent MSS, in addition to a more intense effect when the EMS is specific to the lumbar region.

**Conclusion:** The prevalence of MSS and PFF in this population is high, with the lumbar region being the most affected. Symptoms worsen with the accumulation of flights and acrobatic flights. The practice of RPE, regardless of volume, does not seem to influence it, suggesting that the physical training performed may not be the most appropriate.

**Keywords:** military aviation, low back pain, fatigue, physical exercise.

#### Key Points

- The prevalence of musculoskeletal symptoms (MSS) was high; 78%
- The lower back was the most affected region and was associated with fatigue after aerobatic flights, and with number of daily instruction flights.
- Regular physical exercise (RPE) was not associated with MSS.

## Prevalência de sintomas musculoesqueléticos e fadiga em pilotos instrutores de T-27 da Força Aérea Brasileira e fatores associados

### Introdução

Os sintomas musculoesqueléticos (SME) são definidos por deficiências que afetam o sistema locomotor, compreendendo músculos, ossos, articulações e tecidos conjuntivos adjacentes, levando a limitações temporárias ou vitalícias na mobilidade e destreza dos indivíduos(1). Frequentemente identificados em aviadores, os SME podem resultar em redução da capacidade laboral e da tolerância à sobrecarga de trabalho(2), o que afeta negativamente o seu desempenho e a segurança do voo(3).

Na aviação de caça os sintomas musculoesqueléticos (SME) associam-se à exposição repetida a forças acelerativas (cargas Gz), que se concentram nas regiões da lombar(2,4) e cervical(5,6), alcançando até 93% de prevalência(7). De forma

semelhante, o volume de horas de voo também parece agravar os SME e FAV(12,13). O risco de apresentar dor na coluna aumenta 6,9% progressivamente a cada 100 horas de voo acumuladas(14). Não obstante, elevadas cargas Gz também aumenta o risco para SME(15,16) e FAV(17), sendo a frequência de exposição a essas cargas um fator que intensificador(18).

Portanto, a exposição a situações que combinam alto volume de horas de voo com altas cargas acelerativas pode representar uma grande ameaça à integridade física dos pilotos. A rotina do instrutor de voo da Academia da Força Aérea (AFA), piloto de T-27, é tipicamente caracterizada pela combinação desses fatores. A aeronave Embraer-312 Tucano (T-27) suporta cargas de até +6Gz, caracterizando-a como uma

aeronave de alta performance (19) e exigindo alto desempenho físico do piloto na execução das diversas manobras acrobáticas.

Como fator agravante, o mal posicionamento do seu assento ejetável na região cervical(2), somado ao afivelamento apertado e às restrições espaciais da cabine, prejudicam consideravelmente a mobilidade e o desempenho em voo(21). Além disso, o piloto realiza movimentos com a cabeça para inspecionar visualmente o espaço aéreo durante as manobras(15), o que aumenta o risco de ocorrência de SME em virtude da combinação da postura rotacionada da cervical e carga G aumentada durante as manobras(16).

Um instrutor de voo da AFA pode acumular mais de 400h anuais, exigindo dois ou três voos diários sendo aproximadamente 40% desses com manobras acrobáticas com altas cargas Gz (20). Adicionalmente, essa atividade exige dos instrutores a condução do voo e a correta formação dos pilotos inexperientes, expondo-os não só a grandes demandas físicas como também mentais, exigindo elevada atenção no que tange a prevenção de fatores de risco que possam ameaçar a segurança de voo, como por exemplo, a FAV e os SME(22).

Face a toda a demanda física, cognitiva e psicomotora da atividade operacional, o treinamento físico pode ser empregado como uma estratégia preventiva em aviadores(7), inclusive em pilotos de instrução militar(22). Embora seja consenso que o exercício físico regular (EFR) previna SME e fadiga após voo (FAV) em pilotos militares(8,9), resultados mais efetivos são observados quando programas de treinamento físico são específicos e supervisionados(10,11). Entretanto, é provável que haja pouco tempo destinado à adequada preparação física para enfrentar uma rotina profissional com intensas horas de voo em aeronave de alta performance(22).

A rotina de instrutor de T-27 na AFA combina fatores estressores semelhantes aos fatores de risco reconhecidamente relacionados aos pilotos de caça(17,23),

contudo, pouco se sabe sobre esses efeitos nos instrutores de T-27. Sobretudo, se o volume total de exercício realizado se relacionar com a ocorrência desses fatores deletérios. O objetivo do estudo foi avaliar a associação de perfil de EFR e FAV com SME nos instrutores de T-27 da Força Aérea Brasileira.

## Métodos

### *Desenho de estudo e amostra*

Este estudo, observacional e transversal, foi conduzido em 2019 em instrutores de T-27 do 1º Esquadrão de Instrução Aérea (1º EIA) da AFA, sediado em Pirassununga-SP e único local da FAB onde se voa essa aeronave. Foram convidados a participar todos os 80 instrutores e os seguintes critérios de inclusão foram aplicados: estar apto na inspeção de saúde a ministrar instrução de voo e ter realizado o Teste de Avaliação do Condicionamento Físico (TACF) do respectivo ano. Os critérios de exclusão foram: afastar-se da instrução aérea para cursos ou missões por períodos superiores durante o ano letivo e acúmulo de horas de instrução nos últimos 12 meses inferior a 100 horas. Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão, a amostra foi composta por cinquenta indivíduos (n=50).

### *Aspectos éticos*

Os voluntários foram informados a respeito do escopo e dos objetivos do estudo e preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo seguiu as orientações emitidas pela 7ª versão da Declaração de Helsinki para pesquisas com seres humanos e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional do Hospital de Força Aérea do Galeão (CAAE 31569419.1.0000.5250, número do parecer 4.045.782).

### *Questionário*

Para estimar prevalência de SME, FAV e perfil de prática de EFR dos instrutores de voo de T-27 da AFA, utilizou-se um questionário desenvolvido pela equipe de pesquisadores, tendo participado do processo dois profissionais da FAB, Doutores em Educação Física com

expertise e notório saber em treinamento físico e lesões musculoesqueléticas, e por um piloto com seis anos de experiência em instrução e treinamento de voo militar no T-27 da AFA, que contava com mais de 2.000 horas totais de voo na carreira. O questionário foi formado por questões fechadas tipo dual ou múltipla escolha e questões abertas que versaram sobre perfil profissional e experiência de voo; prevalência de SME e de FAV; e perfil de prática de EFR (ver o Apêndice).

#### *Variáveis de estudo*

As variáveis do estudo foram prevalência de SME, de FAV e perfil de EFR. As variáveis dependentes foram SME e FAV. As variáveis independentes foram as componentes do perfil de prática de EFR (tipo de exercício e volume). Além disso, FAV foi considerada como variável independente em relação a SME. As covariáveis tempo de experiência como piloto, idade, peso e altura foram utilizadas para caracterizar a amostra.

#### *Sintomas musculoesqueléticos (SME)*

A prevalência de SME foi autorrelatada. As questões 18, 19, 20 e 21 foram destinadas para a determinação dos SME dos participantes. A frequência foi determinada pela questão 18: “Sente dores ou incômodos frequentes em alguma região do corpo?” com opções de múltipla escolha: nunca, baixa frequência e frequentemente. Determinou-se ‘sem sintomas’ para respostas ‘nunca’ e ‘esporadicamente’ para as respostas ‘baixa frequência’. Para as respostas que confirmaram SME, solicitou-se a identificação da região do corpo sintomática. As regiões do corpo citadas pelos participantes foram agrupadas em cinco regiões: pescoço, costas, lombar, membros superiores e membros inferiores.

Os participantes que necessitaram de tratamento profissional contra os SME foram determinados pela questão 19: “Realiza fisioterapia ou alguma atividade similar para tratar os incômodos?” através da opção dual “sim” ou “não”. Os casos de solicitação do piloto para reduzir o volume de voos ou dispensa da atividade de voo devido a SME foram determinados através

da questão 20: “Já pediu para não voar ou voar menos por sentir dores ou incômodos em algum lugar do corpo?” com as opções ‘sim’ ou ‘não’ de respostas. Além disso, o afastamento compulsório do participante de suas atividades de instrução de voo devido ao SME foi determinado pela questão nº 21: “Já foi afastado do voo por lesões musculares agravadas ou geradas pela atividade aérea?” através da opção dual “sim” ou “não”.

#### *Fadiga após voo (FAV)*

A FAV após voo acrobático foi avaliada sob três tipos: muscular, aeróbia e combinada por meio da questão 17: “Em voos com acrobacias, onde você sente maior desgaste físico?” com as seguintes opções de resposta: “fôlego”, “muscular” ou “geral”. A fadiga aeróbia e fadiga combinada foram determinadas pelas respostas ‘fôlego’ e ‘geral’, respectivamente. Foi determinada a região anatômica dos sintomas de fadiga por meio do preenchimento da lacuna à complementação da pergunta ‘Se muscular, onde?’, também agrupadas em cinco regiões.

A intensidade dos sintomas de fadiga de voo foi determinada por meio das duas perguntas da questão 14: “Quando faz 2 voos no mesmo dia, como se sente fisicamente? E 3 voos no mesmo dia?”. Foram apresentadas para cada questão quatro opções de resposta: “muito fadigado”, “um pouco fadigado”, “normal” e “indiferente”. As respostas foram categorizadas em: fadiga alta (“muito fadigado”), fadiga leve (“um pouco fadigado” e “normal”) e indiferente (“indiferente”).

#### *Perfil de prática de EFR*

##### *Prática de EFR*

A prática de EFR foi determinada pela questão 5: “Você pratica exercício físico regularmente?”, que possuiu resposta do tipo dual (Sim/Não). As respostas possibilitaram dividir os participantes em dois grupos, sendo classificados como fisicamente ativos (Grupo ativo) para as respostas “sim” e fisicamente inativos (Grupo não ativo) para as respostas “não”

### Níveis de Prática de EFR

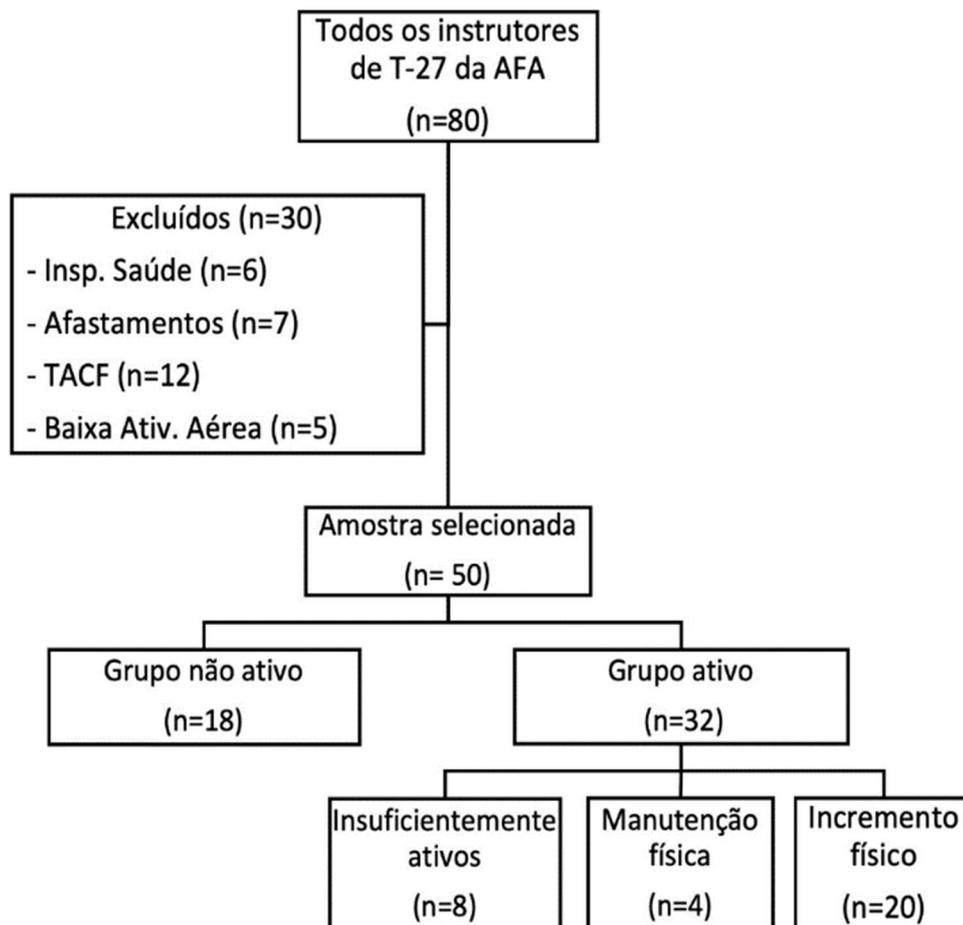
Para estabelecer o perfil de prática segundo níveis de EFR, optou-se pela criação de três grupos a partir da combinação do volume de EFR estimado com a intensidade, ambos autorrelatados. O volume estimado foi calculado pelo produto da frequência semanal pela duração média das sessões.

A frequência semanal foi obtida pela questão 7: “Qual a frequência semanal de exercício físico em dias?” com as seguintes opções: “de 1 a 2 dias”, “3 a 5 dias”, “mais que 5 dias”. A intensidade foi obtida pela continuidade da mesma questão através da expressão “Intensidade?”, com as opções de resposta: “leve”, “moderada” e “forte”. A duração média das sessões de foi obtida pela questão 8: “Qual era a duração média de exercício físico por dia de treino?” com as opções de resposta: “menos de 1 hora”, “1 a 2 h”, e “acima de 2 h”.

Os três grupos foram classificados da seguinte maneira: (a) “Insuficientemente ativo”: volumes inferiores a 150 min em intensidade moderada ou inferiores a 60 min em intensidade vigorosa; (b) “Manutenção física”: volumes entre 150 e 300 min em intensidade moderada ou entre 60 e 150 min em intensidade vigorosa; e, por fim, (c) “Incremento físico”: os volumes que se apresentaram com mais de 150 min por semana em intensidade vigorosa (24).

### *Procedimento experimental*

Os participantes foram instruídos a responder o questionário individualmente, em ambiente reservado e livre de perturbações visuais e sonoras, respeitando um prazo máximo de 48 horas para finalização da tarefa.



**Figura 1** – Distribuição dos pilotos segundo status de prática de exercício físico regular (EFR) e segundo níveis de EFR

### *Análise estatística*

Os dados do questionário foram tabulados em variáveis ordinais ou nominais por meio de frequência absoluta de ocorrência, sendo aplicado rearranjo em respostas de múltipla escolha em modelo binário de categorização. Foram desempenhadas análises de independência entre status de prática de EFR (fisicamente ativo ou fisicamente inativo) e de perfil de EFR segundo níveis de prática (insuficiente ou manutenção física; e incremento físico) com as variáveis dependentes SME e FAV, e testes de associação entre as variáveis dependentes utilizando-se o Exato de Fischer. Foi adotado em todas as análises índice de significância  $\alpha$  de 95% ( $p < 0,05$ ), acompanhada de análises de tamanho de efeito através do cálculo de razão de prevalência (RP) ou V de Cramer (Efeito moderado  $> 0,4$ ), com o respectivo intervalo de 95% de confiança.

### **Resultados**

Depois de aplicados os critérios de exclusão, foram excluídos 30 indivíduos. Assim, participaram do estudo 50 instrutores homens com média de idade de  $30,6 \pm 3,5$  anos, média de altura de  $1,8 \pm 0,1$  m, média de peso de  $82,4 \pm 10,5$  kg. A Tabela 1 evidencia que, em se tratando de horas de voo, 88% dos pilotos acumulavam mais de 1.000 horas totais na carreira. Destes, 58% ultrapassaram 1.000 horas de voo no T-27. Quanto ao autorrelato de prática de EFR, 64% eram fisicamente ativos. Destes, 20 (62,5%) relataram praticar EFR com características que sugerem incrementos da aptidão física (mais de 150 min por semana em intensidade vigorosa)(24).

A prevalência de SME foi elevada, tendo sido relatada por 78% dos pilotos. Dezesseis por cento informaram apresentar algum SME, sendo que a região mais acometida foi a coluna lombar exibindo uma prevalência de 60%. Os outros relatos estão dispersos nas demais regiões do corpo, totalizando 17 indivíduos (34%). Quanto à gravidade dos sintomas, 5

instrutores (10%) relataram estar realizando tratamento profissional fisioterapêutico para continuar voando e 3 (6%) necessitaram afastar-se temporariamente para tratamento. Além disso, 12 instrutores (24%) mencionaram que já solicitaram não voar ou reduzir o número de voos diários em virtude do agravamento dos SME (Tabela 1).

A fadiga muscular após voo acrobático foi o fator de maior prevalência entre os pilotos (92%), sendo que 42% relataram sofrer de fadiga combinada (fadiga aeróbia e muscular localizada). As duas regiões que concentraram as maiores prevalências dessa fadiga foram a coluna lombar (34%) e membros superiores (20%). Adicionalmente, 12 pilotos (24,0%) relataram sentir sintomas de fadiga muscular localizada após voo acrobático em mais de uma região corporal e foi possível verificar que o aumento de 2 para 3 voos de instrução no mesmo dia, elevou de 14% para 78% os instrutores que percebiam a FAV como “alta” (Tabela 1).

As análises dos perfis dos pilotos por prática de EFR autorrelatado na Tabela 2, tanto por nível (ativo x inativo), quanto por perfil de EFR (insuficiente ativo ou manutenção x incremento), não se associaram com os SME nem com sintomas de FAV.

Houve associação significativa de sintomas de FAV acrobático na lombar com prevalência de algum SME ( $p < 0,05$ ) e com SME específico na lombar ( $p < 0,05$ ; V de Cramer  $> 0,4$ ), com tamanho de efeito moderado. Além disso, houve associação de quantidade de regiões afetadas por FAV acrobático com algum SME e com SME específico na coluna lombar, que alcançaram tamanho do efeito moderado ( $p < 0,05$ ; V de Cramer  $> 0,4$ ). Também se observou associação entre a intensidade de sintomas de FAV acrobático com algum SME e com SME específico na lombar, com tamanho do efeito moderado ( $p < 0,05$ ; V de Cramer  $> 0,4$ ) (Tabela 3).

Em complemento, análises de razão de prevalência (RP) de possuir algum SME revelaram efeito substancial sobre a fadiga muscular após voo acrobático na lombar

dos pilotos ( $p < 0,05$ ;  $RP: 7,7$ ). Resultado similar foi verificado nas análises de RP de SME específico na região lombar sobre a FAV acrobático na lombar, que apresentou

tamanho de efeito superior a 21 vezes (Figura 2).

**Tabela 1** – Prevalência de sintomas musculoesqueléticos (SME) e de fadiga após voo (FAV), tempo de experiência de voo e perfil de prática de exercício físico regular (EFR) em pilotos instrutores de T-27 (n=50)

<b>Variáveis</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<i>Tempo de experiência de voo</i>		
Horas totais acumuladas de voo		
<1000	6	12,0
≥1000	44	88,0
Horas acumuladas de voo em T-27		
<1000	21	42,0
≥1000	29	58,0
<i>Status de prática de EFR</i>		
Fisicamente Inativo	18	36,0
Fisicamente Ativo	32	64,0
<i>Perfil de Prática de EFR</i>		
Insuficiente Ativo	8	25,0
Manutenção Física	4	12,5
Incremento	20	62,5
<i>Prevalência de SME</i>		
Sem Sintomas	11	22,0
Esporadicamente	31	62,0
Frequentemente	8	16,0
<i>Prevalência de SME por região anatômica acometida</i>		
Coluna lombar	30	60,0
Coluna cervical	7	14,0
Coluna torácica	2	4,0
Membros superiores	4	8,0
Membros inferiores	4	8,0
<i>Prevalência de SME por quantidade de regiões acometidas</i>		
0	11	22,0
1	31	62,0
>1	8	16,0

<b>Variáveis</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<i>Realiza tratamento profissional contra SME</i>	5	10,0
<i>Foi afastado do voo devido aos efeitos dos SME</i>	3	6,0
<i>Solicitou redução do número de voos diários</i>	12	24,0
<i>Prevalência de FAV acrobático por tipo</i>		
Muscular	25	50,0
Aeróbica	4	8,0
Combinada	21	42,0
<i>Prevalência de FAV acrobático por região anatômica</i>		
Lombar	17	34,0
Pescoço	4	8,0
Costas	5	10,0
Membros superiores	10	20,0
Membros inferiores	5	10,0
<i>Prevalência de FAV acrobático por quantidade de regiões</i>		
0	21	42,0
1	17	34,0
>1	12	24,0
<i>Prevalência de FAV acrobático por tipo de sintomas</i>		
Indiferente	1	2,0
Aeróbico	3	6,0
Muscular	25	50,0
Combinado	21	42,0
<i>Prevalência de FAV após 2 voos consecutivos por intensidade:</i>		
Indiferente	7	14,0
Leve	36	72,0
Alta	7	14,0
<i>Prevalência de FAV após 3 voos consecutivos por intensidade:</i>		
Indiferente	1	2,0
Leve	10	20,0
Alta	39	78,0

**Tabela 2** – Associação de exercício físico regular (EFR) com prevalência de sintomas musculo esqueléticos (SME) e fadiga após voo (FAV) em pilotos instrutores de T-27 (n=50)

Prevalência	Status de prática de EFR					Perfil de prática de EFR				
	Fisicamente Inativo (n=18)		Fisicamente Ativo (n=32)		<i>P</i>	Insuficiente Ativo / Manut. Física (n=12)		Incremento Físico (n=20)		<i>P</i>
	n	%	n	%		n	%	n	%	
<i>SME</i>										
Sem sintomas	4	22,2	4	87,5	0,432	2	16,7	2	10,0	0,620
Esporadicamente/frequentemente	14	77,8	28	12,5		10	83,3	18	90,0	
<i>SME por região anatômica</i>										
Coluna lombar	12	66,7	22	56,2	0,556	9	75,0	9	45,0	0,147
Outras regiões	6	33,3	10	31,3	1,000	3	25,0	7	35,0	0,703
<i>SME por quantidade de regiões acometidas</i>										
0	4	22,2	8	25,0	0,676	1	8,3	7	35,0	n.a.
1	10	55,6	20	62,5		11	91,7	9	45,0	
>1	4	22,2	4	12,5		0	0,0	4	20,0	
<i>FAV acrobático por região anatômica</i>										
Coluna lombar	8	44,4	9	28,1	0,352	4	33,3	5	25,0	0,516
Outras regiões	8	44,4	12	37,5	0,765	5	41,7	7	35,0	0,540

Continua

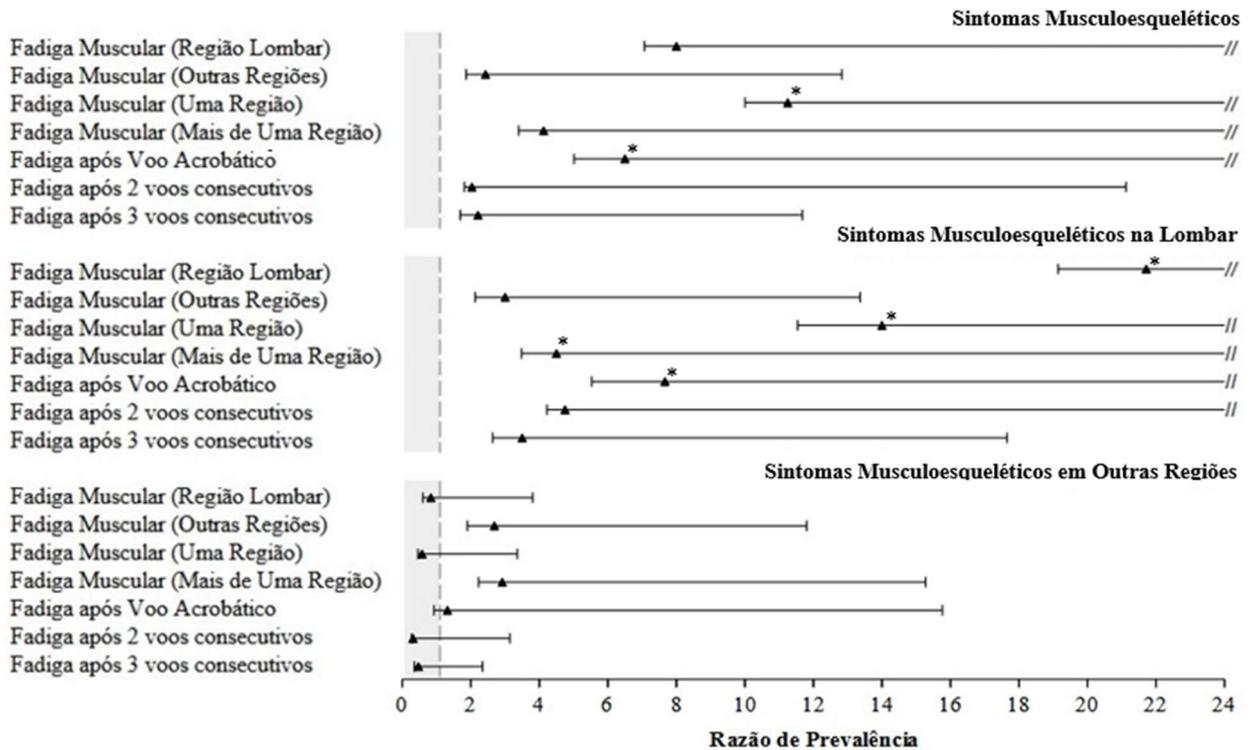
Prevalência	Status de prática de EFR				Perfil de prática de EFR					
	Fisicamente Inativo (n=18)		Fisicamente Ativo (n=32)		P	Insuficiente Ativo / Manut. Física (n=12)		Incremento Físico (n=20)		P
	n	%	n	%		n	%	n	%	
<i>FAV acrobático por quantidade de regiões anatômicas acometidas</i>										
0	7	38,9	14	25,0		4	33,3	10	50,0	
1	6	33,3	10	31,2	0,944	5	41,7	5	25,0	0,061
>1	5	27,8	8	43,8		3	25,0	5	25,0	
<i>Intensidade de FAV por quantidade de voos</i>										
<i>Após um voo acrobático</i>										
Indiferente ou leve	12	66,7	17	53,1	0,612	7	58,3	10	50,0	0,696
Alta	6	33,3	15	46,9		5	41,7	10	50,0	
<i>Após 2 voos no dia</i>										
Indiferente ou leve	14	77,8	29	90,6	0,234	10	83,3	19	95,0	0,724
Alta	4	22,2	3	9,4		2	16,7	1	5,0	
<i>Após 3 voos no dia</i>										
Indiferente ou leve	5	27,8	6	18,7	0,494	0	0,0	6	30,0	0,565
Alta	13	72,2	26	81,3		12	100,0	14	70,0	

P: p-valor resultado do teste exato de Fisher.

**Tabela 3** – Associação da fadiga após voo (FAV) com sintomas musculoesqueléticos (SME) em pilotos instrutores de T-27 (n=50)

Prevalência	Pelo menos uma região com SME			SME na coluna lombar			SME exceto a lombar		
	n	%	P	n	%	P	n	%	P
<i>FAV acrobático por região anatômica</i>									
Coluna lombar	16	42,1	<b>0,039</b>	14	46,7	<b>&lt;0,001**</b>	5	31,3	1,000
Outras regiões	17	44,7	0,317	15	50,0	0,140	7	43,8	0,131
<i>FAV acrobático por quantidade de regiões anatômicas afetadas</i>									
			<b>0,020**</b>			<b>0,002**</b>			0,124
Sem sintoma	12	31,6		7	23,3		6	37,5	
1	15	39,5		14	46,7		3	18,8	
>1	11	28,9		9	30,0		7	43,8	
<i>Intensidade de FAV por quantidade de voos</i>									
<i>Após um voo acrobático</i>									
			0,091			0,154			0,365
Indiferente ou leve	12	31,6		7	23,3		6	37,5	
Alta	26	68,4		23	76,7		10	62,5	
<i>Após 2 voos no dia</i>									
			1,000			0,219			0,406
Indiferente ou leve	32	84,2		24	80,0		15	93,8	
Alta	6	15,8		6	20,0		1	6,3	
<i>Após 3 voos no dia</i>									
			0,424			0,090			0,297
Indiferente ou leve	7	81,6		4	13,3		5	22,0	
Alta	31	18,4		26	86,7		11	78,0	

%. Prevalência. *P*: p-valor resultado do Teste Exato de Fischer. \*\*: Tamanho de efeito V de Cramer moderado (>0,4)



**Figura 2** – Razão de prevalências (RP) de sintomas musculoesqueléticos (SME) e sintomas de fadiga após voo acrobático. \* Associação da razão de prevalências significativa ( $p < 0,05$ ). //: indica que os valores ultrapassam a escala do gráfico.

## Discussão

Como principais achados, verificou-se que os instrutores possuem elevada prevalência de SME na região lombar e de sintomas de FAV. Estes sintomas apresentaram relações entre si, no qual a prevalência de SME é substancialmente superior para instrutores que se queixam de FAV localizada na lombar, especialmente após voos com manobras acrobáticas. Por outro lado, e contrário ao esperado, não foi observada relação entre o perfil da prática de EFR com os SME ou FAV (Tabela 2). Estudo com pilotos de caça brasileiros já apontou que, apesar dos pilotos se manterem ativos, a participação em um programa específico de exercícios de estabilização do core, treinamento de força e resistência, conferiu resultados adicionais na redução da dor lombar crônica(25). Indicando que programas de treinamento específicos devem ser oferecidos considerando as necessidades de trabalho desses indivíduos.

A prevalência de SME encontrados nos pilotos deste estudo foi elevada (78%), com destaque para a região lombar (60%), semelhante a outros achados em aviação (6,7,22). Estudo com 43 pilotos da Força Aérea Finlandesa que voavam aeronave similar ao T-27, com média de 34 anos de idade e mais de 1000h totais acumuladas, apresentou 72% de prevalência de SME, com sintomas localizados concentrados nas regiões da cervical (60%), costas (44%) e da lombar (40%)(7).

Na aviação de caça, os pilotos estão expostos a fatores estressores que influenciam a presença de SME, como a ergonomia deficitária do assento ejetável e a restrição de mobilidade da cabine(8), que impõem posturas ergonomicamente impróprias ao piloto durante a atividade aérea. Adicionalmente, em voos com manobras acrobáticas, os pilotos de caça estão submetidos forças gravitacionais de +3Gz a +9Gz executadas em aeronaves com alta performance(26), principalmente

durante exercícios de combate aéreo visual, com varredura visual constante, situação quando ocorre maior força G combinada com a rotação da cervical(15). Portanto, a exposição frequente a este ambiente é fator agravante, sendo verificada relação progressiva entre horas de voo acumuladas(21) e a prevalência dos SME.

De maneira similar, o treinamento aéreo militar aplicado na AFA pelos instrutores de voo deste estudo prevê aproximadamente 100 horas totais de instrução de voo por cadete, acarretando um volume médio de 200h anuais para os instrutores, sendo que os que trabalham diretamente no Esquadrão de Voo chegam a atingir mais de 400h anuais. Agravando a situação, em cerca de 40% destes voos, realizam-se diversas manobras aéreas acrobáticas sequencialmente (20), gerando nos pilotos sobrecargas de forças gravitacionais entre +2,0Gz a +4,5Gz (20). Com base nisso, são evidentes as similaridades entre as atividades de pilotos de caça e instrutores de voo militar de T-27, portanto, sendo expostos aos mesmos fatores de risco para os SME: má ergonomia do assento ejetável(2), alto volume de horas de voo acumuladas e execução frequente de manobras com forças acelerativas elevadas, independente da magnitude(12).

Nossos achados mostram que pilotos instrutores são mais suscetíveis a fadiga devido ao tipo de voo(22), com progressão da intensidade dos sintomas em função das horas de voos diários executados(13). A fadiga física é uma condição conhecida na aeronáutica e reportada em diferentes modalidades de voo(27,28). Em geral, a aviação de caça apresenta níveis de prevalência de sintomas físicos de fadiga superiores aos relatados por pilotos de aeronaves de transporte, principalmente devido ao tipo de voo, que exige maior demanda física e com intensas variações de carga Gz(17).

Adicionalmente, a fadiga mental é outro componente da fadiga relacionada ao voo e que influencia o desempenho do piloto(29). No contexto da academia de cadetes, é consenso que a função do instrutor durante os voos possui elevada sobrecarga mental

em virtude dos altos níveis de concentração e atenção exigidos para acompanhar o desempenho do cadete inexperiente (22), sensivelmente agravada pela sobrecarga de horas de voo diárias a que estão expostos(28). Portanto, é possível compreender que os sintomas mentais são mais sensíveis à especificidade da rotina operacional do esquadrão de instrução aérea; enquanto os sintomas físicos estão intimamente relacionados às sobrecargas gravitacionais e ao número de voos realizados por dia.

Nesse estudo, os sintomas físicos de FAV e os SME dos instrutores de voo apresentaram relacionamento evidente na região corporal da lombar(4), especialmente com incremento de sessões de voo de instrução no dia (14). Os SME na região lombar, como a lombalgia inespecífica, são fortemente associados à fraqueza muscular(6) e à alta fatigabilidade muscular localizada desta região(4). Na população militar, condicionamento físico inadequado tem sido associado à presença de lombalgia(7), inclusive em pilotos de helicóptero(30), de transporte(31) e de caça(32). Desse modo, os sintomas físicos de fadiga apresentados por estes instrutores podem refletir resistência muscular localizada abdominal e lombar com condições insuficientes(11) de suportar as sobrecargas e estresses físicos recebidos durante os voos de instrução com manobras acrobáticas que geram, conseqüentemente, SME nestes pilotos.

Estudos prévios em pilotos destacaram a importância do treinamento físico específico para atender as demandas das atividades operacionais e protegê-los de SME(8,30,32). No entanto, o presente estudo mostra que o perfil de prática de EFR autorrelatada foi inefetiva contra os SME(7). Estes resultados são similares à investigação sobre o perfil de exercício físico desempenhada por pilotos de caça da Finlândia, que constatou que os militares auto prescreviam seus treinamentos visando principalmente a aprovação nos testes físicos periódicos, sem o devido planejamento de treinamentos específicos

às demandas dos voos, tornando-se inefetivos contra os SME(7).

Em geral, os pilotos do presente estudo praticavam exercício físico autoadministrado e baseado no treinamento físico tradicional militar – treinamento baseado em exercícios calistênicos como flexão de braços, abdominal, polichinelo, além de corrida de média e longas distâncias que tem como objetivo apenas a melhora no teste físico generalizado. Esse treinamento possui composição que contempla a manutenção da saúde e um preparo físico básico para as demandas gerais as quais os militares estão expostos (marcha, atividades de combate e sobrevivência), porém, não contempla o preparo físico para demandas específicas de voo com manobras aéreas acrobáticas(33). Desse modo, compreendemos que o treinamento físico inespecífico às demandas físicas impostas pela atividade aérea dos instrutores é ineficaz contra o desenvolvimento de sintomas de FAV ou SME relacionadas ao voo com acrobacias aéreas e em alto volume.

#### *Pontos fortes e limitações do estudo*

Quanto aos pontos fortes, trata-se de uma investigação pioneira no Brasil a respeito dos efeitos dos voos de instrução nos SME e de fadiga em instrutores de T-27, uma população muito específica. A maioria dos estudos da literatura focou em pilotos de caça e poucos abordaram os instrutores de aeronaves similares ao T-27, que realizam alto volume de voos e com exposição frequente à elevadas cargas Gz.

No que se refere às limitações, esse estudo foi apoiado em dados obtidos por questionário próprio (de forma autorrelatada), deixando de utilizar instrumentos validados que melhor avaliam e classificam a prática de atividade física considerando o gasto energético envolvido(34), possibilitando a análise mais precisas, o que poderia aumentar a sensibilidade das análises e os resultados em relação ao exercício físico. Outros estudos devem ser conduzidos a fim de se examinar a possibilidade de que protocolos de exercícios possam contribuir para a saúde e qualidade de vida dos pilotos.

## **Conclusão**

Este estudo investigou a associação de perfil de exercício físico regular (EFR) e de fadiga após voo com SME em pilotos de caça instrutores da Academia da Força Aérea. Esses pilotos estão expostos a fatores que se associam à ocorrência de elevadas taxas de prevalência de SME e de fadiga após voo acrobático, principalmente na região da coluna lombar. Os sintomas de fadiga mostraram-se significativamente associados aos SME dessa região anatômica, com associação significativa de número de sessões de voo diários com SME. Entretanto, não há relação do perfil de prática de EFR autorrelatado com os SME ou de fadiga, independente do volume realizado. Sugere-se que estudos futuros investiguem a associação de treinamento físico específico com SME, a fim de identificar os tipos de exercícios que possam compor programa de prevenção desses sintomas, bem como contribuir para a saúde, qualidade de vida e operacionalidade desses profissionais militares.

#### *Agradecimentos*

Agradecimento a todos os instrutores de T-27 voluntários a participar da pesquisa e ao Comandante da Academia da Força Aérea, Chefe da Divisão de Operações Aéreas e Comandante do 1º EIA por todo o incentivo e apoio na coleta de dados.

#### *Declaração de conflito de interesses*

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo. (Se não houver nenhum. Caso exista, descreva em detalhes e justifique porque pode ser publicado).

#### *Declaração de financiamento*

Não houve nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

## **Referências**

1. World Health Organization. *Musculoskeletal Health 2022* [updated 14 July. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>.
2. Drew WE, Sr. Spinal symptoms in aviators and their relationship to G-exposure and

- aircraft seating angle. *Aviation, space, and environmental medicine*. 2000;71(1):22-30.
3. AlAbdulwahab SS, Kachanathu SJ, AlSunaidi ASN. A cross-sectional study on fear-avoidance beliefs and chronic low back pain in fighter pilots. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 2021;11(1):29-32.
  4. Truszczynska A, Lewkowicz R, Truszczynski O, Wojtkowiak M. Back pain and its consequences among Polish Air Force pilots flying high performance aircraft. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2014;27(2):243-51.
  5. Riches A, Spratford W, Witchalls J, Newman P. A Systematic Review and Meta-Analysis About the Prevalence of Neck Pain in Fast Jet Pilots. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2019;90(10):882-90.
  6. Shiri R, Frilander H, Sainio M, Karvala K, Sovellius R, Vehmas T, *et al*. Cervical and lumbar pain and radiological degeneration among fighter pilots: a systematic review and meta-analysis. *Occupational And Environmental Medicine*. 2015;72(2):145-50.
  7. Rintala H, Hakkinen A, Siitonen S, Kyrolainen H. Relationships Between Physical Fitness, Demands of Flight Duty, and Musculoskeletal Symptoms Among Military Pilots. *Military Medicine*. 2015;180(12):1233-8.
  8. Slungaard E, Green NDC, Newham DJ, Harridge SDR. Content Validity of Level Two of the Royal Air Force Aircrew Conditioning Programme. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2018;89(10):896-904.
  9. Lange B, Toft P, Myburgh C, Sjøgaard G. Effect of targeted strength, endurance, and coordination exercise on neck and shoulder pain among fighter pilots: a randomized-controlled trial. *The Clinical Journal of Pain*. 2013;29(1): 50–59.
  10. Honkanen T, Rintala H, Vaara JP, Kyrolainen H. Muscular Fitness Improves during the First Year of Academy Studies among Fighter Pilot Cadets. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(24).
  11. Marie Alricsson KH-R, Börje Larsson, Jan Linder, Suzanne Werner. Neck Muscle Strength and Endurance in Fighter Pilots: Effects of a Supervised Training Program. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2004:Jan;75(1):23-8.
  12. Hämäläinen O, Vanharanta H, Kuusela T. Degeneration of cervical intervertebral disks in fighter pilots frequently exposed to high +Gz forces. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1993;64(8):692-6.
  13. Hämäläinen O, Vanharanta H, Bloigu R. +Gz-related neck pain: a follow-up study. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1994;65(1):16-8.
  14. Albano JJ, Stanford JB. Prevention of minor neck injuries in F-16 pilots. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1998;69(12):1193-9.
  15. Newman DG. +GZ-induced neck injuries in Royal Australian Air Force fighter pilots. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1997;68(6):520-4.
  16. Green ND, Brown L. Head positioning and neck muscle activation during air combat. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2004;75(8):676-80.
  17. J Oksa OH, S Rissanen, M Salminen, P Kuronen. Muscle fatigue caused by repeated aerial combat maneuvering exercises. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1999 Jun;70(6):556-60.
  18. Kang S, Hwang S, Lee ET, Yang S, Park J. Measuring the cumulative effect of G force on aviator neck pain. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2011;82(11):1042-8.
  19. Regulations. ECoF. Part 61 - Certification: Pilots, Flight Instructors, and Ground Instructors. Title14: *Aeronautics and Space*. 2021; [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?rgn=div5&node=14:2.0.1.1.2#se14.2.61\\_131](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?rgn=div5&node=14:2.0.1.1.2#se14.2.61_131).
  20. Brasil. Programa de Instrução e Manutenção Operacional da Academia da Força Aérea. In: *Aeronáutica*. Cd, editor. 2019.

21. Knight JF, Baber C. Neck muscle activity and perceived pain and discomfort due to variations of head load and posture. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2004;75(2):123-31.
22. VanValkenburg KR, Thompson AJ. Musculoskeletal Pain in High-G Aircraft Training Programs: A Survey of Student and Instructor Pilots. *USAF School of Aerospace Medicine/FEE Wright-Patterson AFB United States*; 2016.
23. Alvim KM. Greyout, blackout, and G-loss of consciousness in the Brazilian Air Force: a 1991-92 survey. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1995;66(7):675-7.
24. Bergeron MF, Nindl BC, Deuster PA, Baumgartner N, Kane SF, Kraemer WJ, et al. Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. *Current Sports Medicine Reports*. 2011;10(6):383-9.
25. Mendes PRF, Gomes SRA, Costa LDO, Liguori A, Bulhões LCC, Brasileiro JS. Core stabilisation exercises reduce chronic low back pain in Air Force fighter pilots: a randomised controlled trial. *British Medicine Journal Military Health*. 2022.
26. Honkanen T, Sovelius R, Mantysaari M, Kyrolainen H, Avela J, Leino TK. +Gz Exposure and Spinal Injury-Induced Flight Duty Limitations. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2018;89(6):552-6.
27. Caldwell JA, Mallis MM, Caldwell JL, Paul MA, Miller JC, Neri DF, et al. Fatigue countermeasures in aviation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2009;80(1):29-59.
28. Bendak S, Rashid H. Fatigue in aviation: A systematic review of the literature. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2020;76:102928.
29. van Drongelen A, Boot CR, Hlobil H, Smid T, van der Beek AJ. Risk factors for fatigue among airline pilots. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2017;90(1):39-47.
30. Andersen K, Baardsen R, Dalen I, Larsen JP. Impact of exercise programs among helicopter pilots with transient LBP. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2017;18(1):269.
31. William D. Spinal Disease in Aviators and Its Relationship to G-Exposure, Age, Aircraft Seating Angle, Exercise and Other Lifestyle Factors. *USAF School of Aerospace Medicine*. 2000.
32. Slungaard E, Pollock RD, Stevenson AT, Green NDC, Newham DJ, Harridge SDR. Aircrew Conditioning Programme Impact on +Gz Tolerance. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2019;90(9):764-73.
33. Brasil. ICA 54-1 *Teste de Avaliação do Condicionamento Físico no Comando da Aeronáutica*. . Comando da Aeronáutica 2011.
34. Martins L, Farinatti P. Assessment of physical activity: an important epidemiological issue. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 2017;86:25-30.

## Apêndice



**UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA**

**ANAMNESE DOS INSTRUTORES DE VOO DE T-27 DA AFA**



- 1- Idade: \_\_\_\_\_. Três últimos números do seu SARAM \_\_\_\_ (usado para coleta de dados e não para identificação).
- 2- QT: ( ) interno ( ) externo / Aviação: ( ) caça ( ) helicóptero ( ) transporte
- 3- Horas de voo totais: ( ) até 500 ( ) 500 a 1000 ( ) 1000 a 2000 ( ) > 2000.
- 4- Horas de voo de T-27: ( ) até 500 ( ) 500 a 1000 ( ) 1000 a 2000 ( ) > 2000.
- 5- Praticar exercício físico regularmente? ( ) sim ( ) não. Se sim, onde? ( ) no trabalho ( ) fora.
- 6- Qual tipo de exercício? ( ) musculação ( ) aeróbico ( ) crossfit ( ) pilates ( ) Outros: \_\_\_\_\_
- 7- Frequência semanal de exercício físico em dias: ( ) 1 a 2 ( ) 3 a 5 ( ) > 5. Intensidade? ( ) leve ( ) média ( ) forte
- 8- Duração média da atividade física por dia de treino: ( ) menos de 1h ( ) 1 a 2h ( ) acima de 2h
- 9- Como avalia seu preparo físico para ministrar instrução de MAC e FR? ( ) ruim ( ) satisfatório ( ) bom ( ) ótimo
- 10- Qual o grau de importância, na sua opinião, da prática regular de programas de treinamento físico para o IN? ( ) imprescindível ( ) importante ( ) desejável ( ) pouco importante ( ) indiferente
- 11- Você se julga apto para administrar seu treinamento físico sem orientação? ( ) sim ( ) parcialmente ( ) não
- 12- Utilizando a escala, classifique a influência dos fatores abaixo na sua atual situação de prática de exercício físico:  
(1) Pouco - (2) Moderado - (3) Muito

( ) Excesso de atividades na rotina (voo e trabalho)	( ) Pouca flexibilidade de horários
( ) Instrutores de E.F. mal qualificados ou não disponíveis no trabalho	( ) Baixa motivação pessoal para a prática de educação física
( ) Falta de engajamento e autorização da chefia	( ) Falta de instalações desportivas no local de trabalho
( ) Ausência de programas de exercícios específicos mais motivantes	( ) Cancelamento das instruções de E. F. em prol de outras atividades

- 13- Quando você está com melhor preparo físico, o esforço físico (fadiga) relacionada ao voo diminui? ( ) sim ( ) não tenho certeza ( ) não
- 14- Quando faz 2 voos no dia, como se sente fisicamente? ( ) muito fadigado ( ) um pouco fadigado ( ) normal ( ) indiferente. E 3 voos no mesmo dia? ( ) muito fadigado ( ) um pouco fadigado ( ) normal ( ) indiferente
- 15- Considera que esse cansaço possa interferir no seu desempenho geral no voo? ( ) sim ( ) parcialmente ( ) não
- 16- Você já passou por alguma situação que seu preparo físico influenciou negativamente na segurança do voo? ( ) nunca ( ) raramente ( ) algumas vezes ( ) várias vezes
- 17- Em voos com acrobacias, onde você sente maior desgaste físico? ( ) fôlego ( ) muscular ( ) geral. Se muscular, onde? \_\_\_\_\_
- 18- Sente dores ou incômodos frequentes em alguma região do corpo? ( ) nunca ( ) baixa frequência ( ) frequentemente. Região do corpo: \_\_\_\_\_
- 19- Realiza fisioterapia ou alguma atividade similar para tratar os incômodos? ( ) sim ( ) não
- 20- Já pediu para não voar ou voar menos por sentir dores ou incômodos em algum lugar do corpo? ( ) sim ( ) não
- 21- Já foi afastado do voo por lesões musculares agravadas ou geradas pela atividade aérea? ( ) sim ( ) não
- 22- Você identifica relação do seu sistema cognitivo (atenção, reflexo, raciocínio, tomada de decisão e memória) com seu preparo físico? ( ) não tem relação ( ) pouca ( ) média ( ) alta
- 23- Utilize o espaço a seguir para registrar outras informações que julgar pertinentes a respeito dos temas tratados (preparo físico – treinamento físico – fadiga - segurança de voo – sistema cognitivo)

---



---



---



---



---



---

**Muito obrigado pelo seu apoio!**