

# A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA NO DESEMPENHO DO VOO<sup>1</sup>

## *THE INFLUENCE OF STRENGTH TRAINING ON FLIGHT PERFORMANCE*

**Rodrigo Damas Valim<sup>2</sup>**  
Denilson Carlos Ferreira Lopes\*

### RESUMO

Durante o Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv), os cadetes passam por diversas horas tendo instruções em aeronaves de alto desempenho. Durante esses voos, diferentes grupos musculares são utilizados para manter a postura, estabilidade corporal e executar movimentos essenciais. Nesse contexto, a hipertrofia muscular pode ser vantajosa para os pilotos em situações que demandam resistência física e mental, como manobras acrobáticas, voos em alta velocidade e altitudes elevadas. Este estudo buscou analisar o impacto do treinamento de musculação no desempenho dos cadetes aviadores durante a instrução aérea na Academia da Força Aérea em Pirassununga, São Paulo. A metodologia empregada consistiu em pesquisa bibliográfica, com revisão dos principais artigos, livros e trabalhos acadêmicos relacionados ao tema. Os resultados e discussão evidenciam que a hipertrofia muscular desempenha um papel relevante na melhoria do desempenho dos pilotos durante o voo. Logo, como considerações finais obteve-se que por meio de um treinamento de musculação personalizado, integrado à rotina dos cadetes, é possível fortalecer os músculos envolvidos na atividade aérea, proporcionando maior resistência física e mental. Essa abordagem contribui para um desempenho mais eficiente e seguro dos pilotos da Força Aérea Brasileira.

**Palavras-chave:** Musculação; Voo; Aviação; Desempenho; Militar.

---

<sup>1</sup>Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA).

<sup>2</sup> Cadete Aviador Valim do 4º Esquadrão (Turma Orthrus, 2023).

\*Graduação em Educação Física pela Fundação Educacional de São Carlos (1995); Especialização em Técnico e Treinamento Desportivo - Faculdades Claretianas de Batatais (1998); MBA em Administração com ênfase em Gestão Pública- FAAP (2006); Mestrado em Educação Física - UNIMEP (2006); Doutorado em Ciências Aeroespaciais -UNIFA (2011).

E-mail: [denilsondcfl@fab.mil.br](mailto:denilsondcfl@fab.mil.br)

## ABSTRACT

During the Aviator Officer Training Course (CFOAv), cadets undergo numerous hours of instruction in high-performance aircraft. During these flights, different muscle groups are utilized to maintain posture, body stability, and perform essential movements. In this context, muscle hypertrophy can be advantageous for pilots in situations that require physical and mental endurance, such as acrobatic maneuvers, high-speed flights, and high altitudes. This study aimed to analyze the impact of strength training on the performance of aviator cadets during aerial instruction at the Air Force Academy in Pirassununga, São Paulo. The methodology employed consisted of bibliographic research, with a review of the main articles, books, and academic papers related to the topic. The results and discussions demonstrate that muscle hypertrophy plays a relevant role in improving pilots' performance during flight. Therefore, the conclusion reached was that through personalized weightlifting training integrated into the cadets' routine, it is possible to strengthen the muscles involved in aerial activities, providing greater physical and mental resilience. This approach contributes to a more efficient and safe performance of the Brazilian Air Force pilots.

**Keywords:** Bodybuilding; Flight; Aviation; Performance; Military.

## INTRODUÇÃO

A Academia da Força Aérea (AFA) é uma instituição de ensino superior militar localizada em Pirassununga, São Paulo, Brasil, responsável por formar oficiais aviadores, intendentes e de infantaria para a Força Aérea Brasileira (FAB). O curso de formação de oficiais aviadores é um dos mais concorridos da AFA, com duração de quatro anos e voltado para formar pilotos militares responsáveis por voos de caça, transporte, asas rotativas, entre outros. Ao final do curso, os formandos recebem o título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e são promovidos a Aspirante-a-Oficial, prontos para servir em unidades da FAB em todo o Brasil. A formação na AFA é reconhecida como uma das mais completas e desafiadoras do país, preparando os futuros oficiais aviadores para atuarem em missões de defesa do espaço aéreo e de apoio à sociedade brasileira (FAB, 2023).

Durante o Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv), os cadetes aviadores são submetidos a uma carga horária de voo de aproximadamente 200 horas em aeronaves de alto desempenho, incluindo o T-25 UNIVERSAL e o EMBRAER T-27 Tucano. Importante destacar que o número de horas pode variar de acordo com o desempenho individual do cadete ao longo dos quatro anos de formação. Além disso, alguns cadetes ainda têm a oportunidade de voar aos finais de semana em planadores do Esquadrão de Voo a Vela (EVV) (FAB, 2023). Nesse sentido, é

importante ressaltar que a aviação é uma atividade que demanda um certo nível de exigência física por parte dos pilotos, sabendo da essencialidade intrínseca ao voo e, que, para o desempenho efetivo e seguro é necessário um bom condicionamento físico e mental por parte dos pilotos (BRASIL, 2022).

Durante um voo, vários grupos musculares são usados para manter a postura e estabilidade do corpo, bem como para realizar movimentos necessários. Os músculos do core são importantes para manter a estabilidade corporal, enquanto os músculos das pernas são utilizados para se levantar, sentar e evacuar em caso de emergência. Os músculos dos braços e ombros são essenciais para operar dispositivos de controle e comunicação no avião, e os músculos do pescoço são importantes para manter a cabeça erguida e visualizar o ambiente ao redor. (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2015).

Tendo isso em vista, a hipertrofia muscular pode ser uma vantagem para pilotos em determinadas situações de voo que exigem resistência física e mental, como manobras acrobáticas, voos em alta velocidade ou altas altitudes. Quando o corpo é exposto a forças gravitacionais extremas, como as forças G, os músculos precisam trabalhar mais para evitar a perda de consciência e outros efeitos negativos. Assim, uma musculatura hipertrofiada pode ajudar os pilotos a suportar melhor essas forças e manter um bom desempenho durante o voo (NEWMAN; WHITE; CALLISTER, 1999).

Entende-se hipertrofia muscular como o processo pelo qual as fibras musculares se tornam maiores em espessura e mais fortes em resposta ao treinamento de resistência (por exemplo, treinamento com pesos). Durante o treinamento de resistência, o músculo sofre microlesões que estimulam a síntese de proteínas e a regeneração muscular. Com o tempo, esse processo resulta em um aumento no tamanho das fibras musculares, o que leva a um aumento na força e no tamanho do músculo. A hipertrofia muscular é influenciada por vários fatores, como a intensidade do treino, o volume, a frequência, a nutrição e o descanso adequado. (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2017).

Existem vários exercícios que podem ser utilizados para preparar fisicamente uma pessoa para atividades aéreas, como agachamentos, pranchas, flexões, alongamentos e exercícios de resistência. Cada exercício tem sua importância em fortalecer diferentes áreas do corpo, como pernas, core, braços e ombros, além também, da necessidade dos trabalhos de flexibilidade, para fins

de permitir ao piloto uma maior desenvoltura no cockpit da aeronave. A escolha dos exercícios deve ser feita com base nas necessidades específicas da atividade e nas capacidades físicas individuais. (HAWKINS; MABRY, 2008).

Assim, os aspectos da prática de musculação, em poucas horas diluídas na semana e de maneira que o próprio cadete realize a prática após o treinamento esportivo diário na Academia da Força Aérea, ajustando esse tempo para não atrapalhar sua rotina, a partir de um treinamento sistematizado servem como ferramenta para fortalecer o músculo do indivíduo e, conseqüentemente, melhorar o desempenho do piloto.

Este estudo teve como objetivo geral analisar se o treinamento de musculação, pode de fato impactar no desempenho dos cadetes aviadores na instrução aérea, realizada na Academia da Força Aérea sediada em Pirassununga, São Paulo.

Este trabalho teve como objetivos específicos:

- a) Apresentar o conceito de treinamento de musculação, assim como, os benefícios dessa prática de treinamento;
- b) Identificar fatores de exposição a que estão submetidos os cadetes aviadores e que podem impactar na sua saúde.
- c) Relacionar se os pontos positivos do treino de musculação podem servir para neutralizar ou amenizar os fatores de exposição decorrente do voo de instrução.
- d) Apontar se a prática da musculação poderia ou não melhorar a performance em situação de voo.

Nesse sentido, que contribuições a hipertrofia muscular pode fornecer para o desempenho dos pilotos durante o voo? Especialmente em situações que requerem resistência física e mental, como manobras acrobáticas, voos em alta velocidade ou altas altitudes.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

A musculação é uma atividade física que envolve exercícios com halteres e equipamentos específicos, visando o desenvolvimento e fortalecimento muscular. Segundo Fleck e Kraemer (2014), a musculação é um tipo de treinamento que pode ser praticado com diferentes intensidades, cargas, volumes e métodos de execução, e é utilizado para a melhoria do desempenho físico em diferentes atividades esportivas e ocupacionais.

A hipertrofia muscular é um processo complexo que envolve diversas etapas fisiológicas. Esse processo é desencadeado pelo estímulo mecânico da contração muscular durante o exercício de resistência. De acordo com vários autores, durante o exercício de resistência, as fibras musculares são submetidas a tensão, o que inicia uma sequência de eventos que levam ao aumento na síntese de proteínas. Esse aumento resulta no aumento da seção transversa das fibras musculares, ou seja, na hipertrofia muscular (MARTIN, 2010; SCHROEDER *et al.*, 2013; BURD *et al.*, 2010). Além disso, a musculação também pode trazer benefícios para a saúde, como a redução do risco de doenças cardiovasculares e o controle da glicemia em indivíduos diabéticos (LIMA *et al.*, 2015).

Durante uma atividade aérea, diferentes tipos de contrações musculares podem ser exigidos, dependendo dos movimentos realizados. As contrações isométricas podem ser necessárias para manter uma postura ou equilíbrio estático, enquanto as contrações concêntricas são utilizadas para entrar e sair da aeronave, apertar e acionar botões e dispositivos, além de atividades que envolvem encurtamento muscular. As contrações excêntricas podem ser exigidas durante a aterrissagem suave ou ao abaixar-se para pegar algo, enquanto as contrações pliométricas podem ser necessárias para saltar ou realizar movimentos explosivos durante uma emergência. (VERYWELL FIT, 2019).

A atividade dos pilotos de aeronaves frequentemente transmite a ideia de simplicidade, baseada unicamente em um treinamento técnico excepcional, que possibilita a realização de voos sem maiores riscos. No entanto, a realidade do trabalho de piloto, é cansativa, estressante, e para muitos dolorosa. O corpo do piloto é submetido a uma rotina de voos, com certo desconforto ocasionado pelo excesso de vibração promovido pela carga G (CANDEIAS, 2007; VANVALKENBURG; THOMPSON, 2016). A força da gravidade causa dores no corpo, principalmente na região da coluna. São relatados dores na parte baixa das vértebras lombares que

segundo Dantas *et al.* (2015) é um dos problemas de coluna de maior incidência na sociedade ocidental, atingindo aproximadamente de 80 a 85% da população.

Segundo Soucy *et al.* (2013), a magnitude da força G que um piloto pode tolerar antes de experimentar a perda de consciência ou outros sintomas está relacionada com a condição física, e a hipertrofia muscular parece ser um fator importante na melhoria da resposta fisiológica a carga G.. A hipertrofia muscular pode ajudar os pilotos a suportar melhor essas forças, aumentando a resistência do corpo e reduzindo os efeitos negativos que podem ocorrer, como a perda de consciência ou fadiga muscular.

Caso o Aviador não pratique uma atividade física apropriada, pode-se gerar uma falta de condicionamento físico para a sua atividade fim, que é a pilotagem de aeronaves militares, que inclui a execução de diversas tarefas, como planejamento de voo, controle da aeronave, comunicação com a equipe em solo e realização de manobras para atingir os objetivos da missão. Dessa maneira, a combinação da exposição a carga G e o baixo teor de preparo físico resultam em um risco iminente uma vez que o que o piloto militar se submete a sofrer com o colaterais da carga G, como o G-LOC (Loss of Consciousness due to G-Forces), é uma condição médica que ocorre quando um piloto ou indivíduo é exposto a forças G excessivas.

Durante o G-LOC produz-se um período de inconsciência ou incapacidade absoluta seguida por um período consciente, mas como uma incapacidade relativa, onde podem ocorrer convulsões. Para fins práticos, o tempo total de incapacitação, flutua entre 20 a 30 segundos (CHEANA, 2011, p. 170). Como todo trabalhador, os pilotos de avião, pertencentes à classe de aeronautas, estão submetidos a aspectos e impactos relacionados à própria saúde, mesmo com toda a evolução das tecnologias das aeronaves e com o investimento na saúde do trabalhador, os pilotos ainda estão expostos a fatores que causam adoecimento físico e psicossocial como radiação, vibrações, ruídos, baixa umidade do ar, pressão parcial do oxigênio, além do distanciamento social, fadiga por atividades repetitivas entre outros (NEWMAN; WHITE; CALLISTER, 1999).

De acordo com Newman; White; Callister, (1999), diante das características das manobras de voo, por se tratarem de uma atividade dinâmica, estressante e que requer altas demandas fisiológicas, os níveis de condicionamento físico do aviador podem influenciar no desempenho das manobras de combate, onde a força G é percebida com maior notoriedade.

Epperson, Burton, Bernauer, (1985) apontam que não há dúvidas sobre uma percepção de fadiga sobre a musculatura utilizada na manobra de esforço anti-G, principalmente na fase de inspiração. Há a exigência de quase a máxima ativação dos músculos em resposta à aceleração. Por isso, sua ação é extremamente fatigante.

Segundo Newman; White; Callister (1999), a preparação física do aviador apresenta-se dividida entre exercícios anaeróbios e aeróbios. O tipo de aeróbio mais comum é representado nos quartéis pela corrida; e os anaeróbios são muita das vezes pouco praticado. Jacobs e Bell (1987) ratificaram a ideia de que a prática dos exercícios contra resistência devem ser prioritários, tais como agachamento com barra, supino reto e levantamento terra, pois a exposição às cargas G exige do aviador um grande esforço muscular na execução das manobras de combate.

O treinamento de musculação pode ser benéfico para pilotos, pois pode ajudar a melhorar a saúde e o bem-estar geral, bem como proporcionar maior resistência ao estresse físico durante o voo. De acordo com Taneja e Nigam (2012), os principais objetivos do treinamento de musculação para pilotos incluem fortalecimento muscular, melhora da resistência, prevenção de lesões, melhora da postura e redução do estresse. Blumert (2003) destaca a importância do treinamento de força para a prevenção de lesões em pilotos e apresenta um guia prático para a prática segura e efetiva do exercício físico. Smiley e Paup (1992) também enfatizam a importância do treinamento de força para pilotos e destacam que o exercício pode ajudar a melhorar o desempenho em tarefas críticas de voo.

Um estudo realizado por Morree *et al.*(2012) com pilotos de caça da Força Aérea Real Holandesa mostrou que o treinamento de força muscular melhorou a capacidade dos pilotos em suportar forças gravitacionais durante manobras de voo.

Além disso, um estudo de revisão de literatura realizado por Harman *et al.* (2008) indicou que a força muscular é um importante fator para a habilidade dos pilotos em manter o controle da aeronave em situações de alta carga física e mental. Um exemplo de treinamento, segundo a renomada organização de destaque na área de medicina esportiva, American College of Sports Medicine (2017), para atividades aéreas pode ser dividido em aquecimento, exercícios de força, exercícios aeróbicos e alongamentos. Para o aquecimento, pode-se realizar uma caminhada ou corrida leve na esteira, bicicleta ou elíptico por 5 a 10 minutos. Os exercícios de força podem incluir agachamentos, flexões, prancha, levantamento terra, supino e remada curvada em 2 a 3 séries de 10

a 12 repetições para fortalecer as pernas, core, braços e ombros, utilizando pesos livres, máquinas de musculação ou bandas elásticas. Os exercícios aeróbicos podem ser caminhada rápida, corrida na esteira, bicicleta ergométrica ou elíptico por 20 a 30 minutos para melhorar a capacidade cardiovascular e respiratória. É importante escolher um exercício que simula a atividade aérea em questão.

Segundo ACSM (2017), é importante realizar alongamentos por 5 a 10 minutos para melhorar a flexibilidade e reduzir o risco de lesões musculares. O tempo de treinamento deve ser personalizado para cada pessoa e recomenda-se pelo menos 30 minutos de exercício físico moderado a vigoroso na maioria dos dias da semana, dessa maneira o indivíduo que manter a consistência desse treinamento começa a apresentar melhoras significativas no desempenho físico a partir do terceiro mês.

## **2 METODOLOGIA**

Para a condução deste estudo, foi adotado um método de análise de natureza básica, caracterizado por uma abordagem qualitativa, que se valeu da Pesquisa Bibliográfica. Conforme Marconi e Lakatos (2011) delinearão, este método envolve a elaboração de uma síntese exaustiva, abrangendo o trabalho e os dados relevantes relacionados ao sistema de estudo, seguindo uma estrutura lógica sequencial. Os recursos necessários para alcançar o objetivo de avaliar o impacto do treinamento de musculação no desempenho dos cadetes aviadores durante sua instrução aérea foram obtidos a partir de uma variedade de fontes bibliográficas, incluindo livros, teses e artigos que abordam a temática em questão. O intuito foi extrair o máximo de informações pertinentes capazes de contribuir para a solução do problema de pesquisa.

Ademais, é importante destacar que a escolha pelos materiais bibliográficos como fonte de dados se deu em virtude da relevância e da credibilidade dessas fontes, que contribuíram para o embasamento teórico do estudo. Dessa forma, a revisão da literatura foi um recurso imprescindível para a construção do conhecimento científico, uma vez que possibilita o acesso a informações atualizadas e confiáveis, que foram utilizadas para a fundamentação teórica e conceitual do trabalho.

Alicerçado em uma abrangente busca pelo conhecimento, o presente trabalho fundamentou-se em uma sólida base de dados, composta por renomadas fontes acadêmicas. As fontes de informação incluíram o Google Acadêmico, Portal da CAPES, a rica plataforma da

SciELO, o dinâmico ambiente da REDEBIA (FAB) Academia.Edu, BDTD, a plataforma do Science.gov. Essa cuidadosa seleção permitiu explorar de forma abrangente e minuciosa o universo de conhecimento disponível, embasado de forma sólida as análises e as conclusões apresentadas neste trabalho.

O presente trabalho embasou-se em uma extensa pesquisa bibliográfica, que abrangeu mais de 30 artigos e publicações acadêmicas de renome. O intuito foi estabelecer uma sólida associação entre a hipertrofia muscular e a atividade aérea, explorando um amplo espectro temporal que abarcou desde trabalhos pioneiros da década de 80 até as mais recentes contribuições disponíveis. Essa abordagem abrangente inclui tanto fontes em língua portuguesa quanto em língua inglesa, visando obter uma ampla variedade de percepções e perspectivas acerca do tema.

Por fim, vale ressaltar que a análise bibliográfica foi realizada de forma sistemática e criteriosa, com o intuito de identificar as principais tendências e perspectivas no campo de estudo, bem como as lacunas existentes na literatura em relação à temática em questão. Isso contribuiu para a construção de um trabalho consistente e relevante, capaz de contribuir para o avanço do conhecimento nessa área.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao se envolver em atividades aéreas, é comum a exigência de diferentes tipos de contrações musculares, as quais variam conforme os movimentos executados. Por exemplo, as contrações isométricas são aplicadas para manter a postura e o equilíbrio, enquanto as concêntricas são necessárias para operar os controles e acionar os dispositivos da aeronave. Já as excêntricas podem ser exigidas em aterrissagens suaves ou para agachar-se e pegar objetos, e as pliométricas em situações de emergência ou para realizar saltos e movimentos explosivos. (VERYWELL FIT, 2021)

Um estudo realizado por Newman; White; Callister, (1999) apontou que assim como em qualquer profissão, os pilotos de avião, que fazem parte da classe dos aeronautas, estão sujeitos a diversos fatores que podem impactar diretamente a sua saúde. Mesmo com os avanços tecnológicos nas aeronaves e com os investimentos em medidas de saúde do trabalhador, os pilotos continuam expostos a uma série de fatores que podem levar a problemas físicos e psicossociais. É importante destacar que a identificação desses fatores e a adoção de medidas de prevenção e cuidado são

fundamentais para garantir a saúde e a segurança dos pilotos de avião, contribuindo para a qualidade dos serviços prestados e para o bem-estar dos profissionais envolvidos.

Muitas vezes, a atividade dos pilotos de avião é erroneamente considerada simples e apenas dependente de um treinamento técnico excelente para que voos sejam realizados sem grandes riscos. No entanto, a realidade do trabalho dos pilotos é bastante desgastante, estressante. Os corpos dos pilotos são submetidos a uma rotina de voos que causa desconforto devido à vibração excessiva e a carga G. A força da gravidade pode gerar dores pelo corpo, especialmente na região da coluna vertebral. Segundo Dantas *et al.* (2015), dores na região lombar das vértebras são um dos problemas de coluna mais comuns na sociedade ocidental, afetando cerca de 80 a 85% da população.

Destaca-se que os cadetes aviadores têm como objetivo formar-se como militares e contribuir com a missão da Força Aérea Brasileira, defendendo e integrando o território nacional com vista à defesa da pátria. E para o cumprimento dessa missão, se faz necessário que as aeronaves utilizadas pelos cadetes nas instruções aéreas sejam de alto desempenho, em comparação com as aeronaves utilizadas por civis em aeroclubes.

Ao analisar a seguir a Figura 1 e a Figura 2, é possível notar diferenças significativas entre o Embraer T-27 Tucano, utilizado pelos cadetes e o Cessna modelo 152, aeronave comum nos aeroclubes civis para instrução, como a velocidade máxima, o peso e a potência do motor. Enquanto o T-27 Tucano pode chegar a 289 nós, ter um motor de 750 cavalos e um peso máximo de 3175 kg, o Cessna 152 tem uma velocidade máxima de 149 nós, um motor de 110 cavalos e um peso máximo de 757 kg. Dessa forma, percebe-se que os cadetes aviadores enfrentam um desafio ainda maior durante o voo, considerando as características das aeronaves utilizadas, o que reforça a importância de um cuidado especial com o condicionamento físico desses militares. (FAB, 2023; MANUAL DE INSTRUÇÃO TÉCNICA, 2023; CESSNA AIRCRAFT COMPANY, 1978).



Agência Força Aérea/©Sgt Johnson

**Figura 1** EMB T-27 TUCANO

Fonte: Recuperado de [https://www.flickr.com/search/?user\\_id=52515510%40N04&view\\_all=1&text=t-27](https://www.flickr.com/search/?user_id=52515510%40N04&view_all=1&text=t-27).

Acesso em 14 de maio de 2023



**Figura 2** CESSNA MODELO 152

Fonte: Recuperado de <https://www.flickr.com/search/?text=cessna%20152>. Acesso em 14 de maio de 2023

Os efeitos fisiológicos resultantes das forças acelerativas que atuam sobre o corpo variam de acordo com a intensidade da aceleração, sua duração e a região do corpo afetada. Quando o corpo é impulsionado contra o assento de uma aeronave, fazendo com que o fluxo sanguíneo seja deslocado das extremidades para a cabeça, isso é chamado de "G positivo". Em contraste, quando o glúteo é afastado do assento, o fluxo sanguíneo se concentra nas extremidades, o que é conhecido como "G negativo" (VOSHELL, 2004).

Os primeiros sintomas do "G positivo" podem causar problemas para os aviadores durante o voo, começando com diminuição da pressão arterial ocular, seguida por visão em túnel e em formato de cone, até a perda total da visão ou "black out". Nesses estágios, o aviador geralmente permanece consciente, mas pode ocorrer perda total de consciência devido à força G, o que é conhecido como "G-LOC" (G-induced Loss of Consciousness). Em um "G negativo", o sangue se concentra na retina, o que pode causar visão avermelhada ou "red out".

De acordo com Scully (1988), além do uso de equipamentos de proteção contra as cargas G, manter uma boa condição física pode efetivamente aumentar a capacidade dos aviadores de tolerar essas forças acelerativas. As forças aéreas de todo o mundo recomendam que os militares em geral mantenham seus níveis de condicionamento físico de acordo com as exigências físicas de suas ocupações. No caso dos aviadores, além dos requisitos mínimos de aptidão física, há uma preocupação específica em prepará-los para suportar as condições geradas pelas cargas G, especialmente durante voos de combate

Em um estudo de Buick *et al.* (1992), não foram encontradas evidências de que a fadiga dos músculos abdominais, membros inferiores e superiores afetasse a tolerância à força G. No entanto, em um artigo publicado em 1987, Burton *et al.* sugeriram que a fadiga de grandes grupos musculares tinha uma relação direta com o tempo que se consegue sustentar manobras de alta complexidade.

Diante dos possíveis efeitos colaterais que o voo em alto desempenho pode apresentar, alguns pesquisadores buscaram identificar a forma mais simples e eficaz de preservar a integridade do piloto. Estudos indicam que o treinamento de musculação, também conhecido como hipertrofia, tende a ser extremamente benéfico para aqueles que estão em contato diário com a atividade aérea.

Com base no estudo realizado por Jacobs e Bell (1987), é recomendável que a prática de exercícios de musculação, tais como agachamento com barra, supino reto e levantamento terra, seja

considerada prioritária. Isso se deve ao fato de que a exposição às cargas G exige que o aviador execute manobras de combate que demandam grande esforço muscular.

Taneja e Nigam (2012) afirmam que o treinamento de musculação para pilotos tem como principais objetivos o fortalecimento muscular, a melhora da resistência, a prevenção de lesões, a melhora da postura e a redução do estresse. Blumert (2003), por sua vez, destaca a relevância do treinamento de força para evitar lesões em pilotos e apresenta um guia prático para a prática segura e efetiva do exercício físico. Smiley e Paup (1992) também ressaltam a importância do treinamento de força para os pilotos e destacam que esse tipo de exercício pode ajudar a melhorar o desempenho em tarefas críticas de voo. Segundo uma revisão de literatura realizada por Harman *et al.* (2008), a força muscular é um fator fundamental para a capacidade dos pilotos em manter o controle da aeronave em situações que exigem alta carga física e mental.

Com base nos estudos que apontam que voar sem o devido preparo físico, pode prejudicar o desempenho do piloto, surge a necessidade de questionar se na Academia da Força Aérea seria extremamente importante que o cadete aviador realizasse um treinamento de musculação específico, com o único objetivo de condicionar o piloto para obter o melhor desempenho durante o voo, a fim de preservar a saúde e a integridade física dos pilotos da melhor forma possível. Segundo Newman; White; Callister, (1999), a preparação física do aviador apresenta-se dividida entre exercícios anaeróbios e aeróbios.

No entanto, é possível observar que os exercícios anaeróbicos, como os treinos de hipertrofia, são pouco aplicados pelos cadetes aviadores. Devido à rotina extremamente rígida e com poucos horários vagos na Academia da Força Aérea, seria inviável adicionar mais uma carga horária para realização de treinamentos específicos para a atividade aérea. Contudo, uma alternativa viável seria dedicar um curto período de tempo no final da seção de educação física diária, que ocorre das 16h às 18h, para a realização de treinamentos específicos visando o aprimoramento do condicionamento físico do cadete aviador. Nesse sentido, ao destinar 30 minutos, conforme o treinamento sugerido pela American College of Medicine Sports (2017), da seção de educação física para esse tipo de treinamento, em vez de utilizar todo o tempo para atividades esportivas individuais, pode-se promover benefícios significativos para a preparação física do cadete aviador.

Com base no estudo de Jacobs e Bell (1987), é recomendado que os exercícios de força, como o agachamento com barra, supino reto e o levantamento terra, exemplificados a seguir pelas

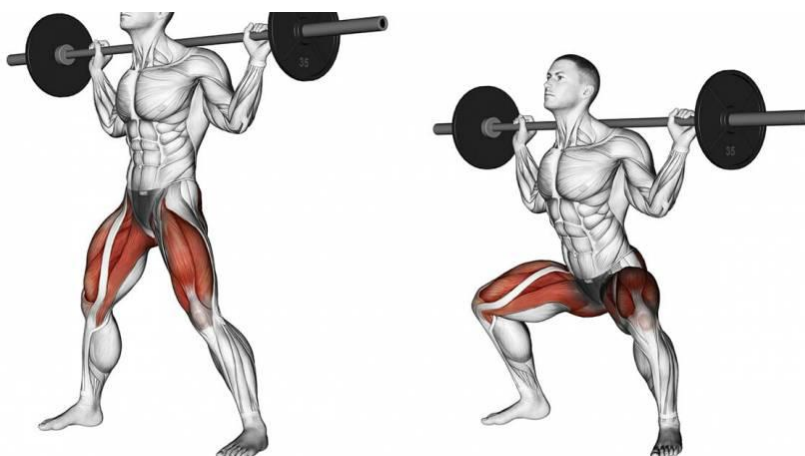
Figuras 3, 4 e 5 sejam priorizados na rotina de treinamento dos cadetes aviadores, haja vista que são exercícios base da musculação, ou seja, de simples execução e que ativam uma vasta gama de musculatura, dessa forma a execução desses três exercícios seriam o suficiente para ativar grande parte das fibras musculares dos pilotos.

Além disso, segundo Jacobs e Bell (1987) seria recomendado que o cadete aviador realizasse também um exercício de fortalecimento voltado para a região do core, como por exemplo a execução de abdominais, conforme a Figura 6, isso se deve à necessidade de um grande esforço muscular para executar as manobras de combate, que exigem exposição às cargas G. Com base nisso, o Quadro 1 a seguir exemplifica uma sugestão de treino:

**Quadro 1:** Treino sugerido

<b>Exercício</b>	<b>Séries</b>	<b>Repetições</b>
Agachamento com barra	4	8-10
Supino reto	4	8-10
Levantamento terra	4	6-8
Abdominal supra	3	20

Fonte: Jacobs, P. L., & Bell, D. G. (1987). Effects of strength training on selected physical abilities of fighter pilots.



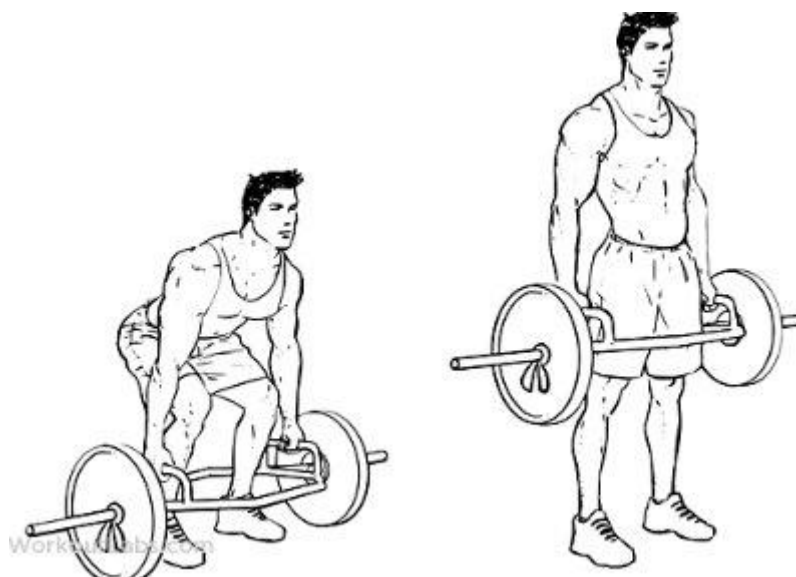
**Figura 3 AGACHAMENTO COM BARRA**

Fonte: Recuperado de Treino Mestre. Disponível em <https://treinomestre.com.br/agachamento-profundo-quem-pode-fazer/>. Acesso em 02 de Julho de 2023



**Figura 4 SUPINO RETO**

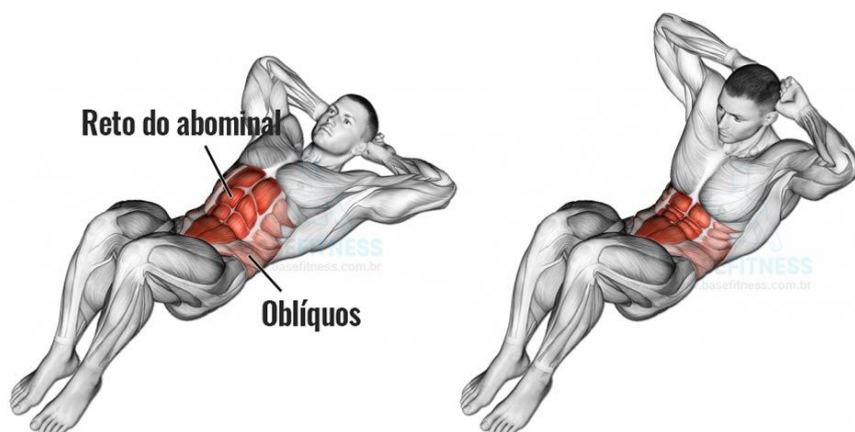
Fonte: Recuperado de Fitness4all. Disponível em <https://www.fitness4all.pt/treino/supino-plano-como-efetuar-e-dicas/>. Acesso em 02 de Julho de 2023



**Figura 5** LEVANTAMENTO TERRA

Fonte: Recuperado de Depor Trainer. Disponível em

[https://www.deportrainer.com/pt/blog-deportrainer/201\\_levantamento-terra-barra](https://www.deportrainer.com/pt/blog-deportrainer/201_levantamento-terra-barra). Acesso em 02 de julho de 2023



**Figura 6** ABDOMINAL SUPRA

Fonte: Recuperado de Treino Mestre. Disponível em

<https://treinomestre.com.br/melhores-exercicios-para-abdominal-superior/>. Acesso em 14 de maio de 2023

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar os possíveis impactos da hipertrofia muscular no desempenho dos pilotos durante o voo, especialmente em situações que demandam resistência física, como manobras acrobáticas, voos em alta velocidade ou altas altitudes. Com base na revisão da literatura e nas informações apresentadas, algumas considerações podem ser feitas.

Primeiramente, é importante ressaltar que a formação na Academia da Força Aérea (AFA) é reconhecida como uma das mais completas e desafiadoras do país. Durante o Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv), os cadetes aviadores são submetidos a uma intensa carga horária de voo, o que exige um bom condicionamento físico e mental por parte dos pilotos. Nesse sentido, a hipertrofia muscular pode desempenhar um papel significativo na melhoria do desempenho dos pilotos.

Durante o voo, diversos grupos musculares são utilizados para manter a postura, estabilidade e realizar os movimentos necessários. Os músculos abdominais, das pernas, dos braços, ombros e do pescoço desempenham papéis fundamentais na operação dos dispositivos de controle, na manutenção da estabilidade do tronco, na realização de manobras e na capacidade de visualizar o ambiente ao redor. Assim, uma musculatura hipertrofiada pode proporcionar uma maior resistência física para suportar as demandas impostas durante o voo, especialmente em situações que envolvem forças gravitacionais extremas, como as forças G.

Ou seja, a hipertrofia muscular pode fornecer várias contribuições para o desempenho dos pilotos durante o voo, especialmente em situações que exigem resistência física e mental, como manobras acrobáticas, voos em alta velocidade ou altas altitudes. Aumentar a massa muscular pode melhorar a força física geral dos pilotos, facilitando o controle da aeronave durante manobras intensas. Além disso, a hipertrofia muscular pode melhorar a resistência muscular, reduzir a fadiga e manter a capacidade de resposta e precisão dos movimentos durante voos prolongados. Também oferece proteção e estabilidade, ajudando a prevenir lesões e estabilizar o corpo durante movimentos bruscos. Além disso, o treinamento físico intenso associado à hipertrofia muscular pode ter efeitos positivos na saúde mental, reduzindo o estresse, melhorando o humor e aumentando a resistência mental dos pilotos.

A hipertrofia muscular é um processo pelo qual as fibras musculares se tornam maiores e mais fortes em resposta ao treinamento de resistência. O treinamento de musculação, realizado de forma sistematizada e adequada à rotina dos cadetes, pode contribuir para o fortalecimento muscular e, conseqüentemente, para a melhoria do desempenho dos pilotos. É importante destacar que a escolha dos exercícios deve ser baseada nas necessidades específicas da atividade aérea e nas capacidades físicas individuais dos cadetes.

Embora este estudo tenha analisado a relação entre hipertrofia muscular e desempenho dos pilotos, é necessário ressaltar que outros fatores também desempenham um papel fundamental no desempenho aéreo. O condicionamento cardiovascular, a resistência aeróbica, a técnica de voo, o treinamento cognitivo e outros aspectos específicos da formação dos pilotos também são essenciais para um desempenho efetivo e seguro.

Portanto, é recomendado que futuras pesquisas e estudos complementares sejam realizados para aprofundar a compreensão dos efeitos da hipertrofia muscular no desempenho dos pilotos durante o voo. Além disso, é importante que a instituição de ensino, no caso a Academia da Força Aérea, considere a inclusão de programas de treinamento físico adequados, incluindo a musculação, como parte integrante da formação dos cadetes aviadores, visando aprimorar ainda mais suas habilidades e desempenho na atividade aérea.

Em suma, os resultados apresentados neste estudo sugerem que a hipertrofia muscular contribui para desempenhar um papel relevante na melhoria do desempenho dos pilotos durante o voo. Através do treinamento de musculação, adequado às necessidades individuais e integrado à rotina dos cadetes, é possível fortalecer os músculos envolvidos na atividade aérea, proporcionando maior resistência física e mental, o que pode resultar em um desempenho mais eficiente e seguro dos pilotos da Força Aérea Brasileira.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's **Guidelines for exercise testing and prescription**. 10th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2017.

BAIN, B.; JACOBS, I.; BUICK, F. Electromyographic indices of muscle fatigue during simulated air combat maneuvering. **Aviat Space Environ Med**, v.65, p.193-198, 1994.

BLUMERT, P. A. Resistance training for aviation: A practical guide for fitness and injury prevention. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 74, n. 12, p. 1252-1260, 2003.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Manual de Instrução Técnica do T-27**. Pirassununga, 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Manual de Procedimentos do 1º EIA**. Pirassununga, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Atividade Física**. Brasília, 25 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/component/content/article/781-atividades-fisicas/40390-atividadefisica>. Acesso em: 23 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde e Segurança no Trabalho no Brasil: **Aspectos institucionais, Sistema de informações e Indicadores**. 2. ed. São Paulo : IPEA : Fundacentro, 2012. Disponível em: [http://ftp.medicina.ufmg.br/osat/bibliotecaoutros/2017/livro\\_saude\\_notrabalho.pdf](http://ftp.medicina.ufmg.br/osat/bibliotecaoutros/2017/livro_saude_notrabalho.pdf). Acesso em: 23 ago. 2022

BURD, N. A. *et al.* The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 4, p. 753-757, 2010.

BURTON, R.R. *et al.* Anaerobic energetics of simulated aerial combat maneuver

(SACM). **Aviat Space Environ Med**, v.58, p.761-767, 1987.

CANDEIAS, C. **Impacto provocado pelo voo em aviões de alta performance no organismo humano**. Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA. Instituto de Estudos Superiores Militares, Lisboa. 2007.

CHEANA, M. **Aviation Medicine and the Airline Passenger**. 2. ed. Aldershot: Ashgate Publishing Limited, 2011.

CESSNA AIRCRAFT COMPANY. **Pilots Operating Handbook - Cessna 152**. Long Island Aviators, 1978. Disponível em: <https://longislandaviators.com/wp-content/uploads/2018/08/1978-Pilots-Operating-Handbook-Cessna-152.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2023.

DANTAS, *et.al.* **Incidência de dores e desconfortos em pilotos de asas rotativas da força aérea brasileira.** Coleção Pesquisa em Educação Física, Várzea Paulista, v.14, n.1, p. 73-80, 2015. ISSN: 1981-4313.

EPPERSON, W.; BURTON, R.R.; BERNAUER, E.M. Effectiveness of specific wright training regimens on simulated aerial combat maneuvering g tolerance. **Aviat Space Environ Med**, v.56, n.5, p.534-539,1985.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

HARMAN, E. A. *et al.* In-flight physiological responses to military transport airplane flights. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 79, n. 5, p. 530-537, 2008.

HAWKINS, FRANK H.; MABRY, Nehemiah D. **Human Factors in Flight.** 2nd ed. Aldershot: Ashgate, 2008.

JACOBS, I.; BELL, D.G. Effects of hydraulic resistance circuit training on physical fitness components of potential relevance to +Gz tolerance. **Aviat Space Environ Med** v.58, p.754-760, 1987.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, MARINA DE ANDRADE MARCONI. **Fundamentos de metodologia científica.** 5 ed. Atlas, f. 310, 2009. 247 p. Disponível em: [https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india](https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india). Acesso em: 28 set. 2022

LIMA, V. S. *et al.* Efeitos do treinamento de musculação na saúde e na qualidade de vida. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 23, n. 3, p. 63-73, 2015.

MARTIN, J. S. The effects of resistance exercise training on muscle hypertrophy and strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.

MCARDLE, W.D., KATCH, F.I. & KATCH, V.L. **Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance.** 8th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health, 2015.

MORREE, H. M. *et al.* Effects of frequent low-volume muscle training on strength and vertical jump height in young male basketball players. **Journal of sports sciences**, v. 30, n. 5, p. 485-493, 2012.

NEWMAN, D.G.; WHITE, S.W.; CALLISTER, R. Patterns of physical conditioning in Royal Australian Air Force F/A-18 pilots and the implications for +Gz tolerance. **Aviat Space Environ Med**, v.70, p.739-44, 1999.

SCHROEDER, E. T. *et al.* Hypertrophy responses to resistance exercise training in older women: Influence of diet supplementation. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 21, n. 1, p. 1-15, 2013.

SCULLY, S.P. Pumping up nature's g-suit. **Flying Safe**, n.6, p.7-11, 1988.

SILVA JUNIOR, F. **Atividade física dos pilotos de caça da FAB: análise de estratégias para a implantação de programas de exercícios**. 2006. 86f. (Dissertação Mestrado) - Ciências Aeroespaciais, Pós-graduação da Universidade da Força Aérea – UNIFA, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

SMILEY, J. F.; PAUP, D. C. Strength training in aviation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 6, n. 4, p. 219-222, 1992.

SOUCY, R. L. *et al.* Effects of Muscle Hypertrophy on G-Tolerance and Cardiovascular Response to +Gz Acceleration. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 84, n. 9, p. 950-955, 2013.

TANEJA, I.; NIGAM, S. K. The importance of fitness for pilots. **Indian Journal of Aerospace Medicine**, v. 56, n. 2, p. 1-8, 2012.

TESCH PA, HJORTH, BALLDIN UI. Effects of strength training on G tolerance. **Aviat Space Environ Med** 1983.

VANVALKENBURG, K. R.; THOMPSON, A. J. **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.

VERYWELL FIT. **The muscles used in flying a plane**. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://www.verywellfit.com/muscles-used-in-flying-a-plane-3120589>. Acesso em: 03 maio 2023.

VOSHELL, M. **High acceleration and the human body**. Csel, Ohio, EUA, p. 1-28, nov. 2004. Disponível em: [www.csel.eng.ohio-state.edu](http://www.csel.eng.ohio-state.edu). Acesso em: 06 maio 2023.