



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

**TATIANA SUDBRACK DA GAMA E SILVA**, Cap Med

**Implantação de programa de treinamento físico específico para pilotos de caça**

Rio de Janeiro  
2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

**TATIANA SUDBRACK DA GAMA E SILVA**, Cap Med

**Implantação de programa de treinamento físico específico para pilotos de caça**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Gestão da Saúde na Força Aérea

Orientador: Eduardo Mendes Marcondes, Maj Av

Rio de Janeiro

2022

**TATIANA SUDBRACK DA GAMA E SILVA, Cap Med**

**Implantação de programa de treinamento físico específico para pilotos de caça**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da  
Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Eduardo Mendes **Marcondes**, Maj Av  
EAOAR

---

Prof. André da Costa Gonçalves  
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

## RESUMO

Os pilotos de caça representam um grupo de vital importância para o cumprimento da missão da FAB. Durante o voo, esses aviadores são expostos a sobrecargas fisiológicas, intelectuais, psicológicas e anatômicas. O voo de alta performance exige um desempenho do corpo humano que pode exceder os limites de capacidade física individual dos aviadores. Porém, até o momento, não há um programa de treinamento físico específico para pilotos de caça na FAB. Inicialmente, argumenta-se que o treinamento físico anaeróbio, com o reforço de alguns grupos musculares, pode aumentar a tolerância à carga G. Além disso, no intuito de diminuir as consequências negativas para a saúde do aviador, como fadiga muscular, desgaste da estrutura da coluna, dor e lesões, este deve realizar um preparo físico específico. Este trabalho defende a tese que deve ser implantado um programa de treinamento físico específico para os pilotos de caça com o objetivo de atingirem a excelência no desempenho operacional. Nesse contexto, esse programa representa uma necessidade operacional e deve fazer parte das estratégias de planejamento da Força. Por fim, esse programa de treinamento físico pode representar um modelo a ser implantado por outras aviações brasileiras, como as de voo acrobático e de asas rotativas, cujos pilotos também são expostos a altas cargas G e vibrações, respectivamente. Além disso, contribuirá para fortalecer uma cultura organizacional de valorização do preparo físico do militar, preservando a saúde no desempenho otimizado da missão.

**Palavras-chave:** Treinamento físico. Piloto de caça. Força G. Dor.

## 1 INTRODUÇÃO

Um condicionamento físico adequado dos militares influencia a prontidão operacional da nação. O Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER) estabelece como uma de suas diretrizes: “aprimorar o nível de condicionamento físico do efetivo da Aeronáutica, com foco na saúde e nas necessidades operacionais da Força, de modo a reduzir a indisponibilidade e o absenteísmo do efetivo” (BRASIL, 2018, p17). Além disso, conforme o Estatuto dos Militares, é responsabilidade do militar, zelar pelo seu condicionamento físico, tendo em vista o cumprimento da missão (BRASIL, 1980).

Os pilotos de caça representam um grupo de vital importância para o cumprimento da missão da Força Aérea Brasileira (FAB). Durante o voo, esses aviadores são expostos a sobrecargas fisiológicas, psicológicas e anatômicas. Com a chegada de modernas aeronaves de alta performance, essas dificuldades serão intensificadas. Otimizar o desempenho operacional dos pilotos pode oferecer vantagem competitiva na eventualidade de uma guerra. Porém, até o momento, não há um programa de treinamento físico específico para pilotos de caça na FAB.

Diante disso, este trabalho defende a tese que deve ser implantado um programa de treinamento físico específico para os pilotos de caça, com o objetivo de atingirem a excelência no desempenho operacional. Os pilotos de caça que operarem com as novas aeronaves F-39 Gripen poderão ser submetidos à forças G que equivalem a nove vezes o peso do seu corpo (9G). Sendo assim, a tolerância à força G torna-se um fator determinante para o atingir a máxima operacionalidade da aeronave. Inicialmente, argumento que o treinamento físico anaeróbio, com o reforço de alguns grupos musculares, pode aumentar a tolerância à carga G. Além disso, no intuito de diminuir as consequências negativas para a saúde do aviador, como fadiga muscular, desgaste da estrutura da coluna, dor e lesões, este deve realizar um preparo físico específico.

Esse programa de treinamento físico deve ser elaborado e acompanhado por educadores físicos capacitados, assessorados por médicos especialistas em Medicina Aeroespacial.

## 2 DESENVOLVIMENTO

As modernas aeronaves de alta performance exigem um desempenho do corpo humano que pode exceder os limites de capacidade física dos aviadores.

Conforme descrito no PEMAER, em breve, a FAB começará a operar com a aeronave Gripen NG:

Essa aeronave, denominada F-39, ocupará a lacuna deixada pela já desativada aeronave Mirage F-2000, bem como substituirá progressivamente o F-5M e A-1M, padronizando a frota, diminuindo o custo de operação e aumentando a capacidade de resposta às crescentes ameaças externas (BRASIL, 2018, p.25).

Nesse contexto de busca pela excelência da capacidade operacional, deve ser incluído o preparo físico dos pilotos de caça. O preparo físico global e o reforço de alguns grupos musculares específicos podem trazer melhora do desempenho do piloto, com menos consequências negativas para a saúde.

Segundo Figueira Júnior (2004), investir em recursos humanos, por meio de programas de qualidade de vida, como, por exemplo, estratégias ligadas à atividade física, tem os seguintes benefícios: aumento de produtividade, diminuição de custos relacionados à saúde, diminuição de acidentes de trabalho, diminuição de absenteísmo, diminuição de lesões por esforço repetitivo, além de melhora da percepção da imagem institucional.

Dois argumentos, em especial, justificam a implantação desse treinamento. O primeiro está relacionado diretamente ao desempenho operacional e o outro, às consequências para a saúde física do piloto.

### 2.1 Tolerância à força G

Os pilotos são expostos a essa força gravitacional principalmente durante algumas manobras do combate aéreo. A força G positiva gera vários efeitos fisiológicos, secundários a concentração do sangue nos membros inferiores. A primeira manifestação costuma ser visual, com a perda da visão periférica e da visão de cores, podendo até chegar à perda da visão (“*black out*”). Na sequência, podem chegar até à perda da consciência (“*G-LOC*”). Embora com menos frequência, os pilotos também podem ser expostos ao G negativo, que poderia levar à visão avermelhada (“*red out*”), pela concentração do sangue nos olhos. Para minimizar

esses efeitos, são utilizados trajes anti-G, manobras de contrações musculares e respiratórias (“*anti-G straining maneuver*”), além de treinamentos em centrífugas humanas.

No caso do Gripen, a exigência operacional será maior, já que essas aeronaves permitem que o piloto seja exposto até a 9G. Além de todo preparo intelectual, será necessário otimizar as capacidades físicas desses pilotos.

Sendo assim, vários grupos de pesquisadores buscam demonstrar que o fortalecimento de alguns grupos musculares melhora a performance operacional dos pilotos. Cabe ressaltar que a maioria dos estudos relativos à tolerância à força G são realizados em centrífugas humanas, pela dificuldade técnica e pelo comprometimento da segurança de voo se fossem realizados em voo real.

Em relação ao tipo de exercício físico, existe divergência na literatura sobre a eficiência do treino aeróbio, porém há consenso em relação à necessidade de treinamento anaeróbio (força e resistência muscular). Inclusive, segundo Paiva, as forças aéreas norte-americana, canadense e britânica já utilizam rotineiramente treinamentos anaeróbios no preparo de seus pilotos (PAIVA, 2014).

No Brasil, no entanto, não há rotina estabelecida de capacitação física específica para aviadores de caça.

Balldin *et al.* (1994) realizou um programa de treinamento combinado de força e resistência muscular em 17 pilotos. Após 12 meses, a tolerância à força G (tempo até a exaustão durante manobra de combate aéreo simulado) aumentou em média 40% e a percepção de esforço diminuiu. Esse achado foi corroborado pelo pesquisador brasileiro, Guimarães (2006), que descreveu a capacidade anaeróbia como fator limitante para a resistência a altas cargas G.

Com base na literatura, que comprova a relação do treinamento físico anaeróbio com a maior tolerância à força G, defendo que seja implantado um programa de treinamento físico específico para os pilotos de caça com o objetivo de atingirem a excelência no desempenho operacional.

## **2.2 Saúde física do piloto de caça**

A prevalência de sintomas musculoesqueléticos em pilotos é alta na literatura, podendo chegar a 90% (RINTALA, 2015). Sendo que o sintoma mais comum é dor na

coluna cervical e/ou na coluna lombar. Quanto à intensidade, a dor pode variar desde leve até incapacitante, limitando a disponibilidade do militar para o voo.

A dor cervical está relacionada a vários fatores de sobrecarga durante o voo: ação de altas e/ou sustentadas forças gravitacionais (carga G), exposição a acelerações, movimentação da cabeça para manter a consciência situacional e a massa do capacete com equipamentos acoplados. Além disso, a restrita dimensão da nacele, as vibrações, as variações de temperatura, a máscara desconfortável e postura sentada estática aumentam a carga de trabalho do piloto (PALMA, 1999).

Os sintomas podem ser relacionados a problemas agudos ou crônicos. Pilotos mais jovens usualmente são expostos, diariamente, a um maior número de missões com altas cargas G, sendo assim, a dor parece estar ligada à fadiga da musculatura da coluna vertebral. Já no caso dos pilotos mais experientes, a degeneração prematura da coluna é a principal causa de dor (RINTALA, 2015).

O fortalecimento da musculatura do pescoço, parte inferior das costas e do abdômen parece ser fundamental para evitar a ocorrência de sintomas de dor relacionados ao voo. Sendo assim, um treinamento físico contínuo de reforço muscular pode contribuir para saúde musculoesquelética (RINTALA, 2015).

Esses dados são corroborados por Ang *et al.* (2005), que conclui em seu estudo que para proteger e estabilizar a cabeça e o pescoço, quando submetidos a altas cargas G, é necessária maior força muscular na região cervical.

Muitos estudos têm valorizado intervenções, como treinamentos de força da musculatura do pescoço e do dorso, para neutralizar o estresse muscular induzido pelo voo de alto desempenho. Parece razoável assumir que o aumento do volume e da força dos músculos estabilizadores da coluna podem proteger contra a tensão induzida pela força G (RAUSCH, 2021).

Um estudo com pilotos dinamarqueses demonstrou alta prevalência de relatos de dores cervicais e nos ombros em pilotos de F-16 expostos à carga G e manobras repetidas tipo “chicote”. Esses pilotos foram submetidos a 24 semanas de treinamento direcionado para os músculos profundos do pescoço, por meio de exercícios de força e resistência, com significativa redução de dor cervical ao final do estudo (LANGE, 2013).

Níveis mais altos de aptidão muscular, principalmente de força, na seleção de pilotos militares, podem representar um fator protetor do desenvolvimento de

problemas relacionados à coluna, que, muitas vezes, podem levar à limitação da disponibilidade de pilotos para o voo (HONKANEN, 2018).

Já a incidência de lesões da coluna está ligada ao número de horas de voo, ao preparo físico, a idade do piloto e a massa do capacete (RAUSCH, 2021).

Um estudo chinês, publicado recentemente, demonstrou que alta quantidade de horas de voo e fraqueza de alguns grupos musculares (abdômen, coluna lombar, pelve e quadril) têm efeitos negativos na saúde da coluna. A dor lombar está associada à piora de dores cervicais, a ativação insuficiente da musculatura abdominal e a fraqueza dos músculos do quadril (extensores e rotadores). Esse autor concluiu que um treino específico de alguns grupos musculares é especialmente importante para pilotos militares (YANG, 2022).

Um estudo com 195 pilotos finlandeses demonstrou que aqueles com melhor preparo físico (capacidades aeróbicas e escores de aptidão muscular) sofreram consideravelmente menos dor em comparação aos menos preparados. Os indivíduos mais aptos fisicamente sofreram menos indisponibilidades para o voo. Portanto, considera-se que o treinamento físico é altamente benéfico para os pilotos de caça manterem a prontidão operacional (RINTALA, 2015).

Rintala *et al.* (2017), em outro estudo, demonstrou que a partir de 190 h de voo de caça o aumento da probabilidade de desenvolver problemas musculoesqueléticos induzidos pelo voo é exponencial. A partir dessa fase, a carga de trabalho ultrapassa a capacidade de recuperação física, aumentando o risco de problemas de saúde. O autor sugere que os pilotos, durante os primeiros três anos e meio na aviação de caça, deveriam realizar exercícios de força e resistência com nível mais alto quanto possível, para manterem a performance e prontidão operacional por um período maior. Reforça ainda que o suporte aeromédico deveria incluir métodos modernos da ciência do esporte de acompanhamento.

Gomes *et al.* (2021) demonstrou que pilotos sintomáticos apresentavam uma redução significativa da fadiga dos músculos laterais do tronco quando comparados aos assintomáticos. Esses fatores devem ser considerados na prescrição de treinos físicos para essa população.

Analisando os estudos apresentados, podemos concluir que é necessário implantar um programa de treinamento específico para os pilotos de caça, focado em força e resistência muscular. O voo exige muito da capacidade física do piloto. Aqueles com maior força e resistência muscular, principalmente da musculatura do

pescoço e ombros e abdômen, sofrerão menor desgaste e menos lesões a longo prazo. Isso fará com que o militar voe por mais tempo sem limitações relacionadas à dor na coluna. Saliento que esse treinamento físico deve iniciar precocemente na carreira dos aviadores e deve ser o mais intenso possível, principalmente nos primeiros anos da aviação de caça. Além disso, parte do programa deve ser individualizado, buscando aprimorar as capacidades e considerando os limites físicos de cada militar.

### **3 CONCLUSÃO**

A FAB investe em novas tecnologias, como o Gripen, no intuito de cumprir com êxito sua missão. A complexidade do voo nessa aeronave exige que o piloto realize uma capacitação que envolve instruções teóricas e práticas de voo. Rotineiramente, há grande preocupação com o preparo intelectual dos aviadores, porém, até o momento, não há um programa de treinamento físico específico para pilotos de caça na FAB.

O treinamento físico anaeróbio, com foco na força e na resistência muscular, pode aumentar a tolerância à carga G, especialmente importante no caso das novas aeronaves. A musculatura forte, principalmente da região cervical e abdominal, auxilia nas manobras necessárias para tolerar as implicações fisiológicas impostas pela força G. Além disso, considerando o desgaste físico das estruturas da coluna induzidos pelo voo, faz-se necessário um preparo físico específico. Assim, o piloto poderá desempenhar suas funções minimizando sintomas como dor cervical e dor lombar, além de diminuir o risco de lesões que podem ocasionar limitações.

Sendo assim, este trabalho defende a tese que deve ser implantado um programa de treinamento físico específico para os pilotos de caça. Nesse contexto, esse programa representa uma necessidade operacional e deve fazer parte das estratégias de planejamento da Força.

Por fim, esse programa de treinamento físico pode representar um modelo a ser implantado por outras aviações brasileiras, como as de voo acrobático e de asas rotativas, cujos pilotos também são expostos a altas cargas G e vibrações, respectivamente. Além disso, contribuirá para fortalecer uma cultura organizacional de valorização do preparo físico do militar, preservando a saúde no desempenho otimizado da missão.

## REFERÊNCIAS

ÄNG, Björn; LINDER, Jan; HARMS-RINGDAHL, Karin. Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 76, n. 4, p. 375-380, 2005.

BALLDIN, U. I. *et al.* Perceived exertion during submaximal G exposures before and after physical training. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 65, n. 3, p. 199-203, 1994.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria Nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a Reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 222, 20 dez. 2018.

BRASIL. Lei nº 6.880, de 9 de dezembro de 1980. Dispõe sobre o Estatuto dos Militares. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1980. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6880.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6880.htm). Acesso em: 26 jun. 2022.

FIGUEIRA JUNIOR, Aylton J. Atividade física na empresa: perspectivas na implantação de programas de atividade física e qualidade de vida. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde (IMES)**, v. 4, n. 4, p. 54-58, 2004.

GOMES, Sâmara Raquel Alves *et al.* Factors associated with low back pain in air force fighter pilots: a cross-sectional study. **BMJ Mil Health**, 2021.

GUIMARÃES, André Osvaldo Brandão. A influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na performance do piloto de caça. **Revista de Educação Física/Journal of Physical Education**, v. 75, n. 133, p. 43-48, 2006.

HONKANEN, Tuomas *et al.* Assessment of muscular fitness as a predictor of flight duty limitation. **Military medicine**, v. 183, n. 11-12, p. e693-e698, 2018.

LANGE, Britt *et al.* Effect of targeted strength, endurance, and coordination exercise on neck and shoulder pain among fighter pilots: a randomized-controlled trial. **The Clinical journal of pain**, v. 29, n. 1, p. 50-59, 2013.

PAIVA, Patrícia. **O papel da atividade física na tolerância à força g dos aviadores de caça da Força Aérea Brasileira**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade da Força Aérea como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências Aeroespaciais, Rio de Janeiro, 2014.

PALMA, Alexandre.; PAULICH, Cláudia. **A influência da aptidão física aeróbia sobre o desgaste em voo de pilotos de caça**. Rio de Janeiro, [1999]. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep1999\\_a0780.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep1999_a0780.pdf). Acessado em: 26 jun. 2022.

RAUSCH, Monika *et al.* The effects of 12 weeks of functional strength training on muscle strength, volume and activity upon exposure to elevated Gz forces in high-performance aircraft personnel. **Military Medical Research**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2021.

RINTALA, Harri. Determining fighter pilot's G load: Pilot's fatigue index. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, p. S38, 2017.

RINTALA, Harri *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.

YANG, Yizhuo *et al.* Prevalence and potential risk factors for occupational low back pain among male military pilots: a study based on questionnaire and physical function assessment. **Frontiers in Public Health**, v. 9, 2022.