

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBIA EM CADETES DA FORÇA AÉREA:  
UMA COMPARAÇÃO METODOLÓGICA ENTRE BRASIL, CANADÁ E ESTADOS UNIDOS<sup>1</sup>**

***AEROBIC CAPACITY MEASUREMENT IN AIR FORCE CADETS: A  
METHODOLOGICAL COMPARISON BETWEEN BRAZIL, CANADA, AND THE UNITED  
STATES***

**Samuel Rodrigues da Luz<sup>2</sup>**  
Josária Ferraz Amaral.<sup>3</sup>  
Luciane Ferreira Alcoforado.<sup>4</sup>

**RESUMO**

A capacidade aeróbia é um componente essencial para o desempenho militar, por sua relação com a resistência física, a saúde geral e a eficiência operacional. Nesse contexto, sua avaliação desempenha um papel central na preparação física dos cadetes, ao permitir o diagnóstico do condicionamento atual e subsidiar o planejamento de treinamentos mais específicos e eficazes. Este estudo teve como objetivo comparar, por meio de uma revisão documental, os métodos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória adotados pela Academia da Força Aérea (AFA), pela *United States Air Force Academy* (USAFA) e pela *Royal Canadian Air Force* (RCAF), com ênfase nas características metodológicas, vantagens, desvantagens, limitações e aplicabilidades de cada protocolo. A metodologia consistiu na busca, seleção e análise de documentos oficiais disponíveis nos sites e repositórios institucionais das respectivas academias, como regulamentos, manuais de treinamento físico e diretrizes sobre testes de aptidão física aplicados aos cadetes. Os resultados indicaram que, embora todos os protocolos apresentem aplicabilidade no contexto militar, o teste *High Aerobic Multi-shuttle Run* (HAMR) demonstrou maior confiabilidade estatística e sensibilidade para detectar variações no condicionamento físico. O Teste de Cooper destacou-se pelo baixo custo e simplicidade de aplicação, bem como por seu elevado grau validade ( $r$ ), enquanto o Teste de Caminhada mostrou-

---

<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 do 4º Esquadrão (Turma *Ártemis*, 2025).

<sup>3</sup> Professora Adjunta da Seção de Educação Física do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (SEF-CCAER)

<sup>4</sup> Professora Associada de Matemática da Academia da Força Aérea, integrante do Grupo de Pesquisa em Modelagem Matemática e Computacional - GMMC, Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação e Doutora em Engenharia Civil. E-mail: [lucianea@id.uff.br](mailto:lucianea@id.uff.br)

se útil em situações específicas, como, por exemplo, na avaliação de cadetes com restrições médicas. Conclui-se, então, que a escolha do protocolo deve considerar os objetivos institucionais, os recursos disponíveis e o perfil dos avaliados, a fim de garantir maior eficácia na avaliação da capacidade aeróbia.

Palavras-chave: condicionamento físico; capacidade aeróbia; aptidão física; métodos de avaliação; Força Aérea.

### **ABSTRACT**

Aerobic capacity is an essential component of military performance due to its relationship with physical endurance, overall health, and operational efficiency. In this context, its assessment plays a central role in the physical preparation of cadets by allowing the diagnosis of current fitness levels and supporting the planning of more specific and effective training programs. This study aimed to compare, through a documentary review, the methods used to assess cardiorespiratory fitness at the Brazilian Air Force Academy (AFA), the United States Air Force Academy (USAFA), and the Royal Canadian Air Force (RCAF), with emphasis on the methodological characteristics, advantages, disadvantages, limitations, and applicability of each protocol. The methodology involved the search, selection, and analysis of official documents available on the institutional websites and repositories of the respective academies, such as regulations, physical training manuals, and guidelines on fitness tests applied to cadets. The results indicated that, although all protocols are applicable in the military context, the High Aerobic Multi-Shuttle Run (HAMR) test demonstrated greater statistical reliability and sensitivity in detecting variations in physical conditioning. The Cooper Test stood out for its low cost and simplicity of application, as well as for its high degree of validity ( $r$ ), while the Walk Test proved useful in specific situations, such as the assessment of cadets with medical restrictions. It is concluded that the choice of protocol should take into account institutional objectives, available resources, and the profile of the participants, in order to ensure greater effectiveness in the assessment of aerobic capacity.

Keywords: physical conditioning; aerobic capacity; physical fitness; assessment methods; Air Force.

## LISTA DE ABREVIACOES

AFA – Academia da Força Area

CATO – *Cadet Administrative and Training Orders*

DAFMAN – *Department of the Air Force Manual*

FAB – Força Area Brasileira

HAMR – *High Aerobic Multi-Shuttle Run*

IMC – Índice de Massa Corporal

NCSA – Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica

OBLA – *Onset of Blood Lactate Accumulation*

OM – Organizao Militar

RCAF – *Royal Canadian Air Force*

TACF – Teste de Aptidão da Condição Física

TFM – Treinamento Físico Militar

USAFA – *United States Air Force Academy*

USAF – *United States Air Force*

VO<sub>2</sub>max – Volume Máximo de Oxignio

## INTRODUÇÃO

A atividade militar impõe exigências físicas e mentais consideráveis, demandando dos profissionais não apenas vigor físico e habilidades motoras específicas ao contexto operacional, mas também elevado controle emocional (Bloshchynskyi *et al.*, 2021). Nesse contexto, o treinamento físico militar possui um papel estratégico na promoção da saúde, no bem-estar dos militares e na manutenção da prontidão operacional (Bloshchynskyi *et al.*, 2021; Hauschild *et al.*, 2017).

Com o objetivo de garantir que os cadetes alcancem os padrões físicos requeridos, as organizações militares (OMs) adotam programas sistemáticos de treinamento, associados a avaliações regulares de aptidão física. Tais exames contemplam diversos componentes, como força e resistência muscular, composição corporal e, especialmente, a capacidade aeróbia, que é frequentemente o critério de maior peso nas baterias de testes (Brasil, 2019). A capacidade aeróbia está diretamente relacionada ao desempenho em atividades prolongadas, à tolerância ao estresse físico e à prontidão operacional, sendo, portanto, uma variável central para o contexto militar (Sekel *et al.*, 2023).

Estudos internacionais demonstram que os testes de aptidão física adotados pelas forças armadas têm como objetivo não apenas medir a performance física dos militares, mas também garantir que estejam aptos a enfrentar as exigências físicas do combate e de ambientes operacionais extremos (Çemç; Şahin, 2024).

A aptidão cardiorrespiratória, frequentemente expressa pelo consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ), representa a capacidade integrada dos sistemas cardiovascular e pulmonar de suprir as demandas de oxigênio dos músculos esqueléticos durante esforços físicos sustentados (Fleck; Kraemer, 2017). Estudos indicam que o  $VO_2max$  é um dos mais importantes preditores de mortalidade geral e cardiovascular, independentemente de fatores como idade, sexo, etnia, tabagismo, composição corporal e comorbidades (Kodama *et al.*, 2009). Em ambientes militares, a importância dessa capacidade é notória, pois possui influência na resistência física, na velocidade de recuperação e na estabilidade fisiológica em treinamentos intensos e situações de combate (Hauschild *et al.*, 2016). Além disso, evidências apontam que níveis mais elevados de aptidão aeróbia podem favorecer o desempenho cognitivo sob estresse, um fator relevante para a tomada de decisões em cenários operacionais (Pereira *et al.*, 2021).

Diversos protocolos são empregados para avaliar a capacidade aeróbia, os quais podem ser classificados em diretos, realizados em ambiente laboratorial com o uso de equipamentos específicos para a mensuração do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{max}$ ), e indiretos, que estimam esse parâmetro com base no desempenho em testes físicos de campo (Heyward; Gibson, 2018). A mensuração direta do  $VO_2\text{max}$  é geralmente conduzida por meio de espirometria de circuito aberto durante testes de esforço progressivo máximo, realizados em cicloergômetros ou esteiras ergométricas. Embora essa abordagem seja considerada o padrão-ouro, sua aplicação rotineira encontra limitações tanto na prática clínica quanto em estudos científicos e epidemiológicos, devido às exigências técnicas envolvidas, como a necessidade de equipamentos sofisticados, ambiente controlado e equipe profissional qualificada. fatores que aumentam significativamente o custo e dificultam sua viabilidade operacional (Antunes Correa, 2018).

Por outro lado, os métodos indiretos têm se mostrado alternativas viáveis e eficazes para a estimativa do  $VO_2\text{max}$ . Esses métodos baseiam-se, principalmente, na aplicação de equações preditivas associadas a testes de esforço máximos ou submáximos. Tais equações oferecem uma estimativa adequada do consumo máximo de oxigênio, com a vantagem de exigirem menos recursos técnicos, menor complexidade operacional e menor custo, além de demandarem menos tempo tanto por parte dos avaliadores quanto dos avaliados (Antunes Correa, 2018).

No contexto militar, a aplicação dos testes indiretos é amplamente favorecida por sua praticidade, segurança, baixo custo e capacidade de ser aplicada simultaneamente a grandes contingentes. Entre os protocolos mais utilizados destacam-se a corrida de 12 minutos, conhecida como Teste de Cooper (Cooper, 1968), a corrida de 2 km (Oja *et al.*, 1991) e o 20-Meter Shuttle Run Test, também conhecido como High Aerobic Multi-shuttle Run (HAMR) (Léger *et al.*, 1988) Esses testes são amplamente adotados por instituições militares de formação em diferentes países, como a Academia da Força Aérea Brasileira (AFA), a *United States Air Force Academy (USAF)* e a *Royal Canadian Air Force Academy (RCAF)*, refletindo sua aplicabilidade e confiabilidade em contextos que exigem avaliação em larga escala.

Diante da variedade de protocolos disponíveis, compreender as especificidades, vantagens e limitações de cada método torna-se fundamental. Uma análise comparativa entre os testes utilizados em diferentes academias militares pode contribuir significativamente para o aprimoramento dos processos de avaliação da aptidão física, especialmente no que se refere à capacidade aeróbia, possibilitando a adoção de estratégias mais precisas, adaptadas às realidades institucionais e às exigências operacionais de cada país. Diante disso, o problema de pesquisa que se impõe é: Quais

são as diferenças metodológicas, vantagens, limitações e aplicabilidades dos protocolos de avaliação da capacidade aeróbia adotados pela AFA, USAFA e RCAF?

## **1 Objetivo Geral**

Comparar, por meio de uma revisão documental, os métodos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória adotados pela Academia da Força Aérea (AFA), pela *United States Air Force Academy (USAFA)* e pela *Royal Canadian Air Force Academy (RCAF)*, com ênfase na identificação das características metodológicas, vantagens, limitações e aplicabilidades de cada protocolo no contexto da formação de cadetes.

### **1.1 Objetivos específicos**

A fim de atender ao objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- a. Identificar os diferentes tipos de metodologias empregadas para a análise da aptidão cardiorrespiratória nas academias de formação de oficiais do Brasil, Canadá e EUA como indicador da capacidade aeróbia dos cadetes;
- b. Verificar os pontos positivos e negativos, a fim de verificar quão eficiente é a medição de  $VO_2max$  em cada um dos testes
- c. Analisar a viabilidade do emprego dos métodos da avaliação cardiorrespiratória empregados no Canadá e nos EUA em cadetes da AFA.

## **2 Método**

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão documental de abordagem comparativa, cujo objetivo é descrever e analisar os protocolos indiretos utilizados para a avaliação da capacidade aeróbia de cadetes das Forças Aéreas do Brasil, dos Estados Unidos e do Canadá. Segundo Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009), a pesquisa documental envolve o exame de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, sendo apropriada para o estudo de documentos oficiais como regulamentos, manuais e diretrizes institucionais. Quando tal análise se estende à comparação entre

diferentes contextos institucionais ou nacionais, como neste estudo, configura-se uma abordagem comparativa.

A estratégia metodológica envolveu a identificação e a análise de documentos oficiais disponíveis em sites e repositórios institucionais das academias militares dos respectivos países: a Academia da Força Aérea (AFA), a *United States Air Force Academy* (USAFA) e a *Royal Canadian Air Force Academy* (RCAF). Foram incluídos regulamentos, manuais de treinamento físico e diretrizes que descrevem os testes de aptidão física aplicados aos cadetes em formação. A seleção dos documentos considerou a atualidade, a acessibilidade pública e a pertinência direta ao tema da pesquisa. A análise dos dados consistiu na leitura sistemática e comparativa dos conteúdos, com ênfase nas características metodológicas, validade e aplicabilidade dos protocolos identificados.

### **3 Resultados**

A presente revisão identificou e analisou os protocolos indiretos de avaliação da capacidade aeróbia adotados pelas Forças Aéreas do Brasil, dos Estados Unidos e do Canadá. Os dados foram extraídos dos seguintes documentos institucionais oficiais: NSCA 54-3 de 2019 (FAB), DAFMAN 36-2905 de 2022 (USAF) e CATO 14-18 de 2022 (RCAF).

#### **3.1 Força Aérea Brasileira (AFA)**

A Academia da Força Aérea Brasileira (AFA) utiliza o Teste de Cooper, desenvolvido por Kenneth H. Cooper em 1968 (Cooper, 1968), como método padrão para a estimativa da capacidade aeróbia dos cadetes. Esse teste integra o Teste de Avaliação do Condicionamento Físico (TACF), atualmente aplicado quatro vezes ao ano para os cadetes.

De acordo com a Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA) 54-3 (BRASIL, 2019), o trajeto deve apresentar declividade inferior a 1/1000, e o piso pode ser de qualquer tipo, desde que se mantenha uniforme ao longo de todo o percurso. A corrida tem início com um silvo curto de apito e se encerra com um silvo longo, totalizando 12 minutos cronometrados.

Durante o teste, os cadetes podem adotar qualquer ritmo, sendo permitido alternar corrida com caminhada, no entanto, é vedado parar, sentar-se, descansar ou inverter o sentido do percurso até o

término do tempo determinado. A realização do teste deve ocorrer, preferencialmente, em pista de atletismo com 400 metros de extensão.

O desempenho é avaliado com base na distância percorrida durante os 12 minutos, permitindo a estimativa indireta do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), utilizando a seguinte fórmula:

$$VO_{2max} = (D_{12} - 504,9) / 44,73$$

Em que:

- $VO_{2max}$  : consumo máximo de oxigênio (ml/kg/min);
- $D_{12}$ : distância total percorrida em metros durante os 12 minutos.

O Teste de Cooper foi originalmente validado em uma amostra de militares das Forças Armadas dos Estados Unidos, e posteriormente teve sua confiabilidade e aplicabilidade estendidas a diferentes populações ativas fisicamente, incluindo atletas, profissionais da área da saúde e estudantes de academias militares (Cooper, 1968). No contexto da AFA, o público-alvo é composto por cadetes jovens, geralmente entre 18 e 24 anos, em processo de formação militar e submetidos a rotina física intensa, o que garante condições adequadas para a aplicação desse tipo de teste (Brasil, 2024).

### 3.2 Força Aérea dos Estados Unidos (USAFA)

A *United States Air Force Academy* (USAFA) disponibiliza três opções para a avaliação da capacidade aeróbia de seus cadetes, conforme previsto no *Department of the Air Force Manual 36-2905* (Estados Unidos, 2022). A primeira alternativa é a corrida de 1,5 milha (American College of Sports Medicine *et al.*, 2007), na qual o desempenho é determinado pelo tempo necessário para completar o percurso e cuja estimativa do  $VO_{2max}$  é dada pela seguinte equação:

$$VO_{2max} \text{ (mL/kg/min)} = 3,5 + 483 / (\text{tempo em minutos})$$

A segunda opção de avaliação corresponde ao teste denominado 20-Meter Shuttle Run Test (*HAMR*) (Léger e Lambert, 1984; Léger *et al.*, 1988), que consiste na realização de deslocamentos repetidos de 20 metros em um ritmo progressivamente acelerado, controlado por sinais sonoros. O teste é conduzido da seguinte forma: os participantes se posicionam atrás de uma linha de partida e, ao sinal sonoro, iniciam o deslocamento em direção à linha oposta, situada a 20 metros de distância.

Para que o deslocamento seja considerado válido, o avaliado deve tocar a linha com ao menos um dos pés antes do próximo sinal sonoro (Estados Unidos, 2022). A frequência dos sinais sonoros aumenta gradativamente ao longo do teste, exigindo que os participantes elevem a velocidade de seus deslocamentos. A cada sinal, um novo percurso de 20 metros deve ser iniciado. Caso o participante não alcance a linha oposta a tempo ou parta antes do sinal, receberá uma advertência. Três advertências consecutivas resultam na finalização do teste para aquele indivíduo. É obrigatório completar o deslocamento mesmo que o sinal seguinte já tenha sido emitido; não o fazer também resulta em encerramento. A pontuação final corresponde ao último percurso completado com sucesso antes de ocorrerem três advertências consecutivas (Estados Unidos, 2022).

Léger e Lambert propuseram uma fórmula para estimar o  $VO_{2max}$ , baseada na velocidade final alcançada no teste e na idade do avaliado. Essa fórmula tem sido adotada por forças armadas e programas de educação física ao redor do mundo (Léger e Lambert, 1984; Léger *et al.*, 1988):

$$VO_{2max} = 31,025 + (3,238 \times V) - (3,248 \times I) + (0,1536 \times V \times I)$$

Em que:

- $VO_{2max}$ : consumo máximo de oxigênio estimado (ml/kg/min);
- V: velocidade final atingida no teste (km/h);
- I: idade do avaliado (anos).

Para fins de aplicação em grupos militares, Aandstad *et al.* (2011) sugerem uma equação mais simplificada, que relaciona diretamente o nível do estágio atingido à estimativa do  $VO_{2max}$ :

$$VO_{2max} = 6,0 \times E - 24,4$$

Em que:

- E: número do último estágio completado.

Essa fórmula oferece boa correlação com valores obtidos em análises laboratoriais (Aandstad *et al.*, 2011).

Por fim, a caminhada de 2 quilômetros é aplicada exclusivamente a cadetes com limitações médicas, sendo seu resultado meramente diagnóstico e sem impacto na nota final. Para fins de estimativa da aptidão cardiorrespiratória, a equação preditiva de  $VO_{2max}$  considera variáveis como

tempo de conclusão do percurso, frequência cardíaca ao final do teste, idade e índice de massa corporal (IMC). No caso dos homens, a fórmula utilizada é:  $VO_2\text{max (ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}) = 184,9 - (4,65 \times \text{tempo}) - (0,22 \times FC) - (0,26 \times \text{idade}) - (1,05 \times \text{IMC})$ . Para as mulheres, a equação é ajustada da seguinte forma:  $VO_2\text{max (ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}) = 116,2 - (2,98 \times \text{tempo}) - (0,11 \times FC) - (0,14 \times \text{idade}) - (0,39 \times \text{IMC})$ .

Nessas expressões, *tempo* refere-se ao total em minutos para completar os 2 km, *FC* representa a frequência cardíaca ao término da caminhada (em batimentos por minuto), *idade* é dada em anos, e *IMC* corresponde ao índice de massa corporal, em kg/m<sup>2</sup> (Oja e Tuxworth, 1995).

O teste é conduzido da seguinte maneira: os participantes se posicionam atrás da linha inicial do circuito previamente demarcado e, ao sinal de início (disparo do cronômetro), devem iniciar a caminhada mantendo sempre ao menos um pé em contato com o solo. A prova deve ser realizada com o objetivo de percorrer os 2 quilômetros no menor tempo possível, respeitando os limites da marcha atlética. Não é permitida qualquer forma de assistência física, sendo obrigatório permanecer dentro do percurso estabelecido durante todo o teste. A avaliação é encerrada quando o participante cruza a linha de chegada, momento em que o tempo de conclusão é registrado, servindo como referência diagnóstica (Estados Unidos, 2022).

Os cadetes podem optar por qualquer uma das alternativas de testes autorizadas, cujos resultados são considerados na avaliação física e na progressão de sua formação militar.

O intervalo entre um teste e outro varia de acordo com o desempenho obtido na última avaliação. Os cadetes que alcançam o nível Excelente devem realizar uma nova avaliação no prazo de 12 meses, abrangendo também os casos em que o padrão “Excelente” é atingido na caminhada de 2 km. Aqueles que obtêm resultado “Satisfatório” são reavaliados a cada 6 meses, enquanto os que apresentam desempenho “Insatisfatório” devem realizar novo teste em 3 meses. Nesse último caso, o próprio cadete é responsável por assegurar a realização do exame dentro desse prazo, uma vez que o status de não conformidade tem início no primeiro dia do quarto mês após a última avaliação.

### 3.3 Força Aérea Canadense (RCAF)

A Royal Canadian Air Force (RCAF) adota o 20-Meter Shuttle Run Test (HAMR) como método padrão de avaliação aeróbia. O teste segue o protocolo original de Léger e Lambert (1982).

A avaliação consiste na realização de deslocamentos repetidos entre duas linhas distantes 20 metros uma da outra, demarcadas por cones, em sincronia com sinais sonoros emitidos por um áudio

específico. A velocidade exigida aumenta progressivamente a cada estágio, demandando maior esforço físico e controle de ritmo por parte do avaliado. O participante deve alcançar a linha oposta antes do sinal sonoro; o teste é encerrado quando ele não conseguir atingir a linha no tempo estipulado por duas tentativas consecutivas. O número total de voltas completadas é registrado em uma ficha de pontuação individual (Canadá, 2022).

A estrutura do teste exige a montagem de pistas com largura variando entre 1 e 1,5 metro, além de equipamentos simples como fita métrica, cones e um aparelho de som. Cada volta de 20 metros concluída corretamente é registrada com uma marcação positiva (“√”), enquanto as tentativas falhas são indicadas com um “X”. O desempenho final desconsidera a segunda falha consecutiva, não impactando na pontuação total (Canadá, 2022).

Para os cadetes impossibilitados de correr, é aplicado o Teste de Caminhada de 2 km, utilizado também na USAFA (Canadá, 2022; Estados Unidos, 2022). Nesse teste, o avaliado deve percorrer a distância de 2.000 metros na menor quantidade de tempo possível, adotando a marcha rápida. Durante toda a execução, é exigido que o participante mantenha pelo menos um pé em contato com o solo, respeitando os princípios técnicos da caminhada atlética.

O Quadro 1 apresenta uma síntese comparativa dos protocolos de avaliação da capacidade aeróbia adotados pelas Forças Aéreas do Brasil, Estados Unidos e Canadá. Os diferentes métodos, com suas respectivas periodicidades e critérios de avaliação, refletem as especificidades de cada instituição. A diversidade de abordagens evidencia a adaptação dos testes à realidade e aos contextos de treinamento militar, garantindo que os cadetes sejam avaliados de acordo com as necessidades físicas exigidas por sua formação.

Quadro 1 – Protocolos de avaliação da capacidade aeróbia adotados pelas Forças Aéreas do Brasil, EUA e Canadá.

<b>País</b>	<b>Protocolo</b>	<b>Periodicidade</b>	<b>Crítérios de Avaliação</b>
Brasil (AFA)	Corrida de 12 minutos (Teste Cooper)	Quatro vezes ao ano	Distância percorrida em 12 minutos
Estados Unidos (USAFA)	Corrida de 1,5 milha (2400m)	Avaliação anual	Tempo para percorrer 1,5 milha
Estados Unidos (USAFA)	20-Meter Shuttle Run (HAMR)	conforme o desempenho	Número de estágios completados em ritmo progressivo
Estados Unidos (USAFA)	Caminhada de 2 km	Avaliação especial (restrição médica)	Tempo para percorrer 2 km; não contribui para a nota final
Canadá (RCAF)	20-Meter Shuttle Run (HAMR)	Avaliação anual	Número de estágios completados
Canadá (RCAF)	Caminhada de 2 km	Avaliação especial (restrição médica)	Tempo para percorrer 2 km

Fonte: Elaborado pelo autor com base em: Brasil (2019), Canadá (2022) e Estados Unidos (2022)

Complementarmente, o Quadro 2 apresenta as principais vantagens e limitações dos testes analisados, permitindo uma compreensão mais aprofundada sobre a validade, reprodutibilidade e aplicabilidade de cada protocolo. Os índices de validade e reprodutibilidade referem-se às qualidades psicométricas dos testes. A validade indica o grau em que o teste mede a capacidade aeróbia representada pelo  $VO_2\text{max}$  sendo esta mensurada por coeficientes de correlação ( $r$ ) que variam de 0 a 1. Valores acima de 0,80 indicam forte correlação com métodos de referência, como a espirometria de circuito aberto considerada o padrão-ouro para mensuração direta do consumo máximo de oxigênio (Heyward; Gibson, 2018; Buttar; Saboo; Kacker, 2019). Já a reprodutibilidade representa a

consistência dos resultados obtidos em aplicações repetidas do teste, sendo desejáveis valores superiores a 0,90 em contextos militares, que exigem precisão e estabilidade nos diagnósticos físicos (Aandstad et al., 2011).

Quadro 2 – Principais vantagens e limitações dos testes analisados

TESTE	Validade (r)	Reprodutibilidade (r)	Vantagens	Limitações
<b>Cooper</b>	0,84 - 0,92	0,89 - 0,95	Simples, barato, amplamente aceito	Influenciado por clima e topografia
<b>HAMR</b>	0,80 - 0,84	0,95 - 0,97	Padronizado, indoor, fácil aplicação em grupo	Alta variabilidade no VO <sub>2</sub> max estimado
<b>Caminhada de 2km</b>	~ 0,85	Não especificado	Segura para não-atletas	Baixa sensibilidade para militares ou atletas treinados

Fonte: elaborado pelo autor com base em Aandstad *et al.* (2011), Léger e Lambert (1982), Buttar, Saboo e Kacker (2019) e Zakariás *et al.* (2003). *r* = coeficiente de correlação.

#### 4 DISCUSSÃO

A análise crítica dos protocolos de avaliação da capacidade aeróbia adotados pelas Academias da Força Aérea do Brasil (AFA), dos Estados Unidos (USAFA) e do Canadá (RCAF) revela diferenças metodológicas significativas, que refletem não apenas as doutrinas e recursos institucionais, mas também o foco de cada Força Aérea.

O protocolo HAMR, adotado pela RCAF e USAFA, destaca-se por sua confiabilidade estatística e aplicabilidade prática em contextos militares. Segundo Marín-Jiménez et al. (2023), o teste apresenta alta reprodutibilidade (ICC = 0,99) e baixo erro padrão (SEE = 3,84 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), este resultado foi obtido com uma amostra composta de adultos de ambos os sexos, com ampla faixa etária (18 a 65 anos) e variados níveis de atividade física, o que influencia diretamente a validade e a aplicabilidade dos testes analisados. No entanto, estudos como o de Aandstad et al. (2011) realizado com militares do sexo masculino, com características mais homogêneas em termos de idade (34,8 ± 4,0 anos), nível de condicionamento físico e rotina de treinamento apontam que o HAMR tende a

apresentar erro de estimativa de  $0,4 \pm 6,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  em comparação com testes diretos de  $\text{VO}_2\text{max}$ , sendo influenciado por variáveis fisiológicas como o limiar de lactato e a capacidade anaeróbia. Isso limita sua precisão em avaliações individuais, embora continue eficaz para rastreamento de desempenho em larga escala.

O Teste de Caminhada de 2 km, também utilizado pela USAFA e RCAF, é recomendado para cadetes com restrições médicas, sendo uma alternativa segura. A equação de Oja, quando aplicada a este teste, apresentou correlação moderada ( $r = 0,784$ ) com  $\text{VO}_2\text{max}$  medido diretamente (MARÍN-JIMÉNEZ et al., 2023), mas sua aplicabilidade para militares com alta capacidade física é limitada, sobretudo por não envolver corridas e não refletir prontidão operacional. Zakariás et al. (2003) corroboram essa limitação, indicando que o teste é mais preciso em populações sedentárias ou moderadamente ativas.

No Brasil, a AFA adota o Teste de Cooper, baseado na distância percorrida em 12 minutos. Embora seja amplamente utilizado devido à sua simplicidade, custo reduzido e aplicação coletiva, apresenta limitações importantes. Mahseredjian, Barros Neto e Tebexreni (1999) observaram baixa correlação ( $r = 0,23$ ) com  $\text{VO}_2\text{max}$  real, especialmente em indivíduos altamente treinados. Da mesma forma, Silva et al. (2005) identificaram divergências entre a intensidade do exercício no Cooper e os limiares fisiológicos, como o Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA), o que pode comprometer sua precisão em avaliações individuais.

Apesar disso, o Teste de Cooper permanece relevante para mensurações grupais e triagens iniciais, principalmente em ambientes operacionais com limitações de infraestrutura. Sua aplicação histórica na preparação física de seleções esportivas e militares reforça sua legitimidade prática (Tiburtino e Gatto, 2021).

Em termos de confiabilidade, o HAMR demonstra maior consistência estatística e sensibilidade à progressão física, sendo, portanto, mais indicado para cadetes que realizam treinamentos contínuos e de alta intensidade (Aandstad *et al.*, 2011; Léger; Lambert, 1982; Léger *et al.*, 1988). Já em termos de custo-benefício, o Teste de Cooper se destaca, pois possui um baixo custo operacional, exigindo apenas um espaço adequado para corrida e cronômetro, o que favorece sua adoção em larga escala, apesar de apresentar limitações quanto à precisão na estimativa do consumo máximo de oxigênio (American College of Sports Medicine *et al.*, 2007; Tiburtino; Gatto, 2021).

No que se refere ao impacto dos protocolos sobre o desempenho militar, observa-se que testes como o HAMR simulam melhor as demandas operacionais progressivas e fornecem dados mais

refinados para programas de treinamento individualizados. Por outro lado, testes como a caminhada de 2 km não fornecem uma avaliação representativa da resistência aeróbia necessária em missões militares (Buttar; Saboo; Kacker, 2019; Silva et al., 2021).

Uma limitação significativa deste estudo é a sua abordagem exclusivamente bibliográfica, o que restringe a análise à comparação teórica dos protocolos de avaliação da capacidade aeróbia, sem a realização de testes experimentais com cadetes das Forças Aéreas. Por outro lado, uma das forças deste estudo é a sua abrangência ao reunir informações comparativas sobre protocolos utilizados por diferentes Forças Aéreas, proporcionando uma visão detalhada das metodologias adotadas no Brasil, Estados Unidos e Canadá. A análise crítica dos protocolos e a revisão das evidências existentes contribuem para um maior entendimento das limitações e vantagens de cada método, além de oferecer uma base sólida para futuras investigações experimentais.

Dessa forma, o estudo destaca a necessidade de pesquisas futuras que testem a aplicabilidade dos protocolos de avaliação em contextos reais de treinamento militar, com o objetivo de aprimorar a precisão e a eficiência das metodologias utilizadas. Investigações experimentais com cadetes das três Forças Aéreas seriam especialmente relevantes para comparar os valores estimados e reais de  $VO_2\text{max}$  e, principalmente, para verificar a adequação desses protocolos em refletir as demandas operacionais enfrentadas pelos militares, contribuindo para uma avaliação física mais alinhada às exigências da atividade profissional.

## **5 CONCLUSÃO**

Esta revisão documental permitiu comparar os principais protocolos indiretos utilizados para avaliar a capacidade aeróbia de cadetes nas Academias da Força Aérea do Brasil, dos Estados Unidos e do Canadá. Os resultados evidenciam que o Teste de Cooper e o HAMR são métodos viáveis, com características complementares. O Teste de Cooper destacou-se por sua simplicidade, baixo custo e viabilidade logística, sendo eficaz em ambientes com restrições operacionais e para grandes grupos, embora apresente menor precisão individual devido à influência de fatores externos como terreno, clima e motivação.

Já o HAMR, por sua natureza progressiva e protocolo padronizado, apresentou maior confiabilidade, menor variabilidade entre reproduções e maior sensibilidade para mensurar progressivamente o desempenho aeróbio, sendo tecnicamente mais robusto. No entanto, sua precisão

ainda pode ser afetada por variáveis anaeróbias e de limiar de lactato. O Teste de Caminhada de 2 km, por sua vez, revelou-se útil para avaliados com limitações físicas, mas menos indicado para indivíduos altamente treinados, por não refletir adequadamente o desempenho sob intensidades mais elevadas.

De modo geral, os testes analisados apresentam aplicabilidades distintas conforme o contexto de uso. O HAMR sobressai por sua padronização, sensibilidade e adequação para aplicação em grupos, especialmente em ambientes controlados. O Cooper permanece relevante pela tradição e viabilidade operacional, sendo apropriado para avaliações em larga escala com logística reduzida. Já o teste de caminhada de 2 km configura-se como uma alternativa segura e acessível para cadetes com restrições médicas ou limitações físicas.

A escolha do protocolo mais apropriado deve considerar os objetivos específicos da avaliação (triagem, monitoramento ou diagnóstico), o perfil dos avaliados e os recursos institucionais disponíveis. Em contextos como o da AFA, nos quais o desempenho físico sob condições de esforço representa um componente central da formação, testes como o Cooper e o HAMR demonstram maior representatividade em relação às demandas operacionais da atividade militar. Assim, esta revisão contribui para a tomada de decisão baseada em evidências quanto à seleção dos protocolos mais adequados para cada realidade institucional.

## REFERÊNCIAS

AANDSTAD, Anders et al. Validity and reliability of the 20-meter shuttle run test in military personnel. *Military Medicine*, v. 176, n. 5, p. 513–518, 2011.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al. Diretrizes de ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

ANTUNES CORREA, Lígia M. Maximal oxygen uptake: new and more accurate predictive equation. *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 25, n. 10, p. 1075–1076, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2047487318780442>. Acesso em: 25 jun. 2025.

BLOSHCHYNSKYI, Ihor et al. Formation of psychophysical readiness of cadets for future professional activity. *The Open Sports Sciences Journal*, v. 14, p. 1–8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1875399X02114010001>. Acesso em: 25 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. Plano de Desenvolvimento Institucional da Academia da Força Aérea: 2021. Pirassununga, 2021. (PCA 37-27/2021).

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Ensino. ICA 37-863/2024: Projeto pedagógico de curso para o curso de formação de oficiais aviadores. Brasília: Força Aérea Brasileira, 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Subdiretoria de Educação Física e Desportos. NSCA 54-3: Teste de Avaliação do Condicionamento Físico no Comando da Aeronáutica. Brasília: Comando da Aeronáutica, 2019.

BUTTAR, Karampreet Kour; SABOO, Neha; KACKER, Sudhanshu. A review: Maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub> max) and its estimation methods. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, v. 6, n. 6, p. 24–32, 2019.

CANADÁ. Department of National Defence. 14-18 Annex A Appendix 1 – The Cardiovascular Component: Cadet Administrative and Training Orders (CATOs). Ottawa: Department of National Defence, 2022. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/cadets-junior-canadian-rangers/cjcr-policy/catos/volume1/14-series/14-18/14-18-a/a1.html>. Acesso em: 15 maio 2025.

ÇEMÇ, Muhammed Siddık; ŞAHİN, Recep. Physical fitness in the armed forces: a comprehensive study of international assessment practices. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, v. 26, n. 2, p. 252–264, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.15314/tsed.1505385>. Acesso em: 25 jun. 2025.

COOPER, Kenneth H. A means of assessing maximum oxygen intake. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, v. 203, p. 135–138, 1968.

ESTADOS UNIDOS. Department of the Air Force. Manual 36-2905: Department of the Air Force Physical Fitness Program. 21 abr. 2022. Disponível em: <https://www.e-publishing.af.mil/>. Acesso em: 15 maio 2025.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

HAUSCHILD, V. D. et al. Fitness tests and occupational tasks of military interest: a systematic review of correlations. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 74, n. 11, p. 801–812, 2017.

HEYWARD, Vivian H.; GIBSON, Ann L. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 8. ed. Champaign: Human Kinetics, 2018.

KODAMA, S. et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*, v. 301, p. 2024–2035, 2009.

LÉGER, L. A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *European Journal of Applied Physiology*, v. 49, p. 1–12, 1982.

LÉGER, L. A. et al. The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, v. 6, p. 93–101, 1988.

MARÍN JIMÉNEZ, N. et al. Criterion-related validity and reliability of the 2-km walk test and the 20-m shuttle run test in adults: the role of sex, age and physical activity level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 26, p. 267–276, 2023.

OJA, P. et al. A 2-km walking test for assessing the cardiorespiratory fitness of healthy adults. *International Journal of Sports Medicine*, v. 12, n. 4, p. 356–362, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024694>. Acesso em: 25 jun. 2025.

OJA, P.; TUXWORTH, B. (Ed.). Eurofit for adults: assessment of health-related fitness. Strasbourg: Council of Europe Publishing, 1995.

PEREIRA, C. A. et al. Aptidão física, estresse e desempenho cognitivo em militares: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 43, e20210074, 2021.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, v. 1, n. 1, p. 13–14, 2009.

SEKEL, Nicole M. et al. Military tactical adaptive decision making during simulated military operational stress is influenced by personality, resilience, aerobic fitness, and neurocognitive function. *Frontiers in Psychology*, v. 14, sec. Cognition, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1102425>. Acesso em: 15 maio 2025.

SILVA, Simonete P. da et al. Análise comparativa entre três testes indiretos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória de praticantes de treino funcional no âmbito do CENAPES - URCA. *Revista de Extensão da URCA / Saúde*, v. 1, n. 1, 2021.

TIBURTINO, Glauber; GATTO, Alice. O método Cooper, a mídia impressa e a emergência da corrida de rua como prática de saúde no Brasil: uma história de controvérsias e disputas. *Revista Brasileira de História da Mídia*, v. 10, n. 1, p. 159–176, jan./jul. 2021.

ZAKARIÁS, Géza; PETREKANITS, M.; LAUKKANEN, R. Validity of a 2-km walk test in predicting the maximal oxygen uptake in moderately active Hungarian men. *European Journal of Sport Science*, v. 3, n. 1, 2003.