

## EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO EM ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO - MINI REVISÃO

Anna Luiza de Lima Pedrosa<sup>1</sup>  
Kelly Katlhen Santos Lima<sup>1</sup>  
Nicolle Jeniffer Gomes Araújo<sup>1</sup>  
Millena Caroline Rodrigues da Silva<sup>1</sup>  
Anna Beatriz de Moraes Lobo<sup>1</sup>  
Rúbia Mariano da Silva<sup>2</sup>

### Resumo

**Introdução:** O treinamento físico é fundamental para o desempenho de atletas de alto rendimento, uma vez que promove adaptações fisiológicas nos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular. Variações no consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx) e na frequência cardíaca (FC) podem influenciar diretamente a performance, tornando o monitoramento dessas variáveis essencial. **Objetivo:** Realizar uma mini revisão sobre os efeitos do treinamento físico em atletas de alto rendimento, com ênfase nas alterações do  $VO_2$ máx e da FC decorrentes de diferentes métodos de treinamento. **Metodologia:** Foi realizada uma mini revisão nas bases PubMed, incluindo ensaios clínicos publicados entre 2020 e 2025, com atletas de alto rendimento submetidos a protocolos de treinamento aeróbico, anaeróbico, intervalado ou combinado, avaliando  $VO_2$ máx e/ou FC. Foram excluídos estudos observacionais, revisões, relatos de caso e pesquisas sem medidas pré e pós-intervenção. Cinco estudos foram selecionados. **Resultados:** Os estudos demonstraram que métodos como treinamento de resistência, força, HIIT e sprint interval training promovem melhorias significativas no  $VO_2$ máx, economia de corrida e tempo até a exaustão. Programas combinados ou de alta intensidade mostraram-se especialmente eficientes, sem alterar negativamente a biomecânica da corrida. **Conclusão:** O treinamento físico estruturado, independentemente do método específico, melhora o desempenho e a eficiência fisiológica de atletas de alto rendimento. A individualização da carga e o monitoramento contínuo de parâmetros cardiorrespiratórios são essenciais para otimizar a performance e prevenir sobrecarga.

**Palavras-Chave:** Treinamento físico;  $VO_2$ máx; Desempenho esportivo; Frequência cardíaca.

### Abstract

**Introduction:** Physical training is fundamental to the performance of high-performance athletes, as it promotes physiological adaptations in the cardiovascular, respiratory, and muscular systems. Variations in maximum oxygen consumption ( $VO_2$ max) and heart rate (HR) can directly influence performance, making the monitoring of these variables essential. **Objective:** To conduct a mini-review on the effects of physical training in high-performance athletes, with emphasis on changes in  $VO_2$ max and HR resulting from different training methods. **Methodology:** A mini-review was conducted in the PubMed database, including clinical trials published between 2020 and 2025, with high-performance athletes undergoing aerobic, anaerobic, interval, or combined training protocols, evaluating  $VO_2$ max and/or HR. Observational studies, reviews, case reports, and research without pre- and post-intervention measurements were excluded. Five studies were selected. **Results:** Studies have shown that methods such as resistance training, strength training, HIIT, and sprint interval training promote significant improvements in  $VO_2$ max, running economy, and time to exhaustion. Combined or high-intensity programs have proven to be especially efficient, without negatively altering running biomechanics. **Conclusion:** Structured physical training, regardless of the specific method, improves the performance and physiological efficiency of high-performance athletes. Individualization of the load and continuous monitoring of cardiorespiratory parameters are essential to optimize performance and prevent overload.

<sup>1</sup> Anna Luiza de Lima Pedrosa. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, luizaannapedrosa1@gmail.com

<sup>1</sup> Kelly Katlhen Santos Lima. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA,, kellykatlhen@gmail.com

<sup>1</sup> Nicolle Jeniffer Gomes Araújo. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA,, nickaraujo0312@gmail.com

<sup>1</sup> Millena Caroline Rodrigues da Silv. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, millenacaroline2004@gmail.com

<sup>1</sup> Anna Beatriz M. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, loboannabeatriz@gmail.com

<sup>2</sup> Rúbia Mariano da Silva. Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, rubiasilva@unievangelica.edu.br

**Keywords:** Physical training;  $VO_2\text{max}$ ; Sports performance; Heart rate.

## Introdução

O treinamento físico promove adaptações fisiológicas e funcionais que variam conforme a intensidade, frequência, duração e tipo de estímulo<sup>1,2</sup>. Em atletas de alto rendimento, tais adaptações são essenciais para otimizar a performance, pois pequenas melhorias na capacidade aeróbica, força e eficiência metabólica podem gerar diferenças significativas no desempenho competitivo<sup>3,4</sup>.

Entre os principais indicadores dessas adaptações destacam-se a frequência cardíaca (FC) e o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{máx}$ ), que refletem a aptidão cardiorrespiratória e o nível de condicionamento<sup>5,6</sup>. Contudo, ainda é necessário sistematizar o conhecimento sobre como diferentes métodos e intensidades de treinamento influenciam essas variáveis em atletas de alto rendimento<sup>7,8</sup>.

Assim, este estudo tem como objetivo realizar uma mini-revisão de literatura sobre os efeitos do treinamento físico em atletas de alto rendimento, com foco nas alterações da FC e do  $VO_2\text{máx}$  frente a distintos protocolos de treinamento.

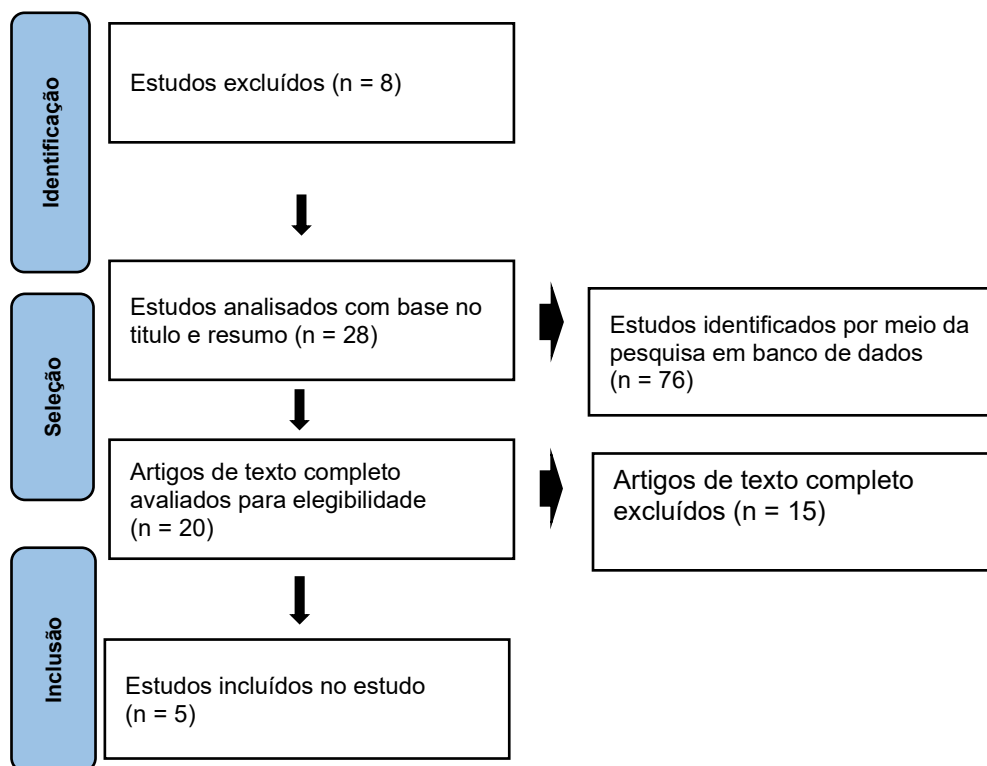
## Metodologia

Este estudo é uma mini revisão bibliográfica realizada na base PubMed, utilizando descritores indexados no Medical Subject Headings (MeSH) combinados por operadores booleanos: ("Physical Training" OR "Exercise Training" OR "Endurance Training") AND ("Athletes" OR "High-Performance Athletes" OR "Elite Athletes") AND (" $VO_2$  Max" OR "Oxygen Consumption" OR "Heart Rate") AND ("Clinical Trial").

A investigação concentrou-se nos efeitos do treinamento físico sobre parâmetros cardiorrespiratórios em atletas de alto rendimento, incluindo ensaios clínicos com protocolos aeróbicos, anaeróbicos, intervalados ou combinados.

Foram incluídos estudos publicados entre 2020 e 2025, em inglês ou português, que apresentaram mensurações pré e pós-intervenção de FC e/ou  $VO_2\text{máx}$ . Excluíram-se artigos de revisão, estudos observacionais, relatos de caso, pesquisas com animais, estudos sem atletas de alto rendimento ou sem comparações, além de duplicatas e trabalhos fora do período e idioma definidos. A seleção dos estudos seguiu o Fluxograma PRISMA para garantir rigor metodológico.

**Figura 1: Fluxograma Prisma**



Fonte: Próprio autor

## Resultados

A Tabela 1 sintetiza os estudos, destacando metodologia, resultados e conclusões, e permitindo comparar os efeitos das estratégias de treinamento sobre  $VO_2$ máx, economia de corrida, tempo até a exaustão e parâmetros biomecânicos.

**Tabela 1. Extração de dados dos resultados.**

Autor/Ano	Tipo de Treinamento Investigado	Principais Resultados	Conclusão
<b>Rodríguez-Barbero et al. (2025)</b>	Resistência + Força (20 semanas)	Melhora da economia de corrida, $VO_2$ máx e velocidades de limiar, sem alterar biomecânica.	Combinação de resistência e força melhora desempenho sem modificar o padrão de corrida.
<b>Trowell et al. (2022)</b>	Treinamento de força de core + resistência	Melhor desempenho e menor gordura corporal; alterações biomecânicas mínimas.	O ganho de desempenho não está diretamente relacionado a mudanças biomecânicas.
<b>Jin et al. (2025)</b>	Treinamento intervalado de alta intensidade (6 semanas)	Maior melhora no tempo até a exaustão e desempenho em várias distâncias comparado ao treino contínuo.	HIIT é mais eficaz que o treino contínuo para melhorar desempenho em provas de média e longa distância.
<b>Lenk et al. (2025)</b>	HIIT 4x4 (1–3x/semana)	Aumento do $VO_2$ máx e tempo até a exaustão, com melhores resultados em 2–3 sessões semanais.	Duas sessões semanais de HIIT são eficientes, sem benefícios claros com maior frequência.

<b>Lee et al. (2020)</b>	Treinamento específico para maratona	Aumento do $VO_2$ máx e redução da gordura corporal; economia de corrida inalterada.	Desempenho melhora pela elevação do $VO_2$ máx e menor uso relativo do $VO_2$ durante o esforço.
--------------------------	--------------------------------------	--	--

Fonte: dos autores

Rodríguez-Barbero et al. (2025)<sup>9</sup> identificaram que um programa de 20 semanas combinando força e resistência melhorou a economia de corrida, o  $VO_2$ máx e a velocidade aeróbica máxima, sem alterar a biomecânica da marcha. De forma semelhante, Trowell et al. (2022)<sup>10</sup> observaram que o treinamento concorrente reduziu o tempo de corrida e aumentou o tempo até a exaustão, sem modificações significativas no gesto motor.

No treinamento intervalado, Jin et al. (2025)<sup>11</sup> concluíram que o sprint interval training foi mais eficiente que o treinamento contínuo, ampliando o tempo até a exaustão e o desempenho. Lenk et al. (2025)<sup>12</sup> mostraram que realizar HIIT duas a três vezes por semana melhora significativamente o  $VO_2$ máx e o tempo até a exaustão, sem ganhos adicionais com maior volume semanal. Por fim, Lee et al. (2020)<sup>13</sup> verificaram que o treinamento específico para maratonistas aumentou o  $VO_2$ máx e reduziu o percentual de gordura corporal, sem mudanças expressivas na economia de corrida.

## Discussão

O treinamento físico influencia diretamente parâmetros essenciais ao desempenho esportivo, como  $VO_2$ máx e frequência cardíaca. Evidências mostram que intervenções de resistência, força, treinamento combinado e protocolos intervalados promovem adaptações cardiorrespiratórias e metabólicas que aumentam o rendimento em atletas de alto desempenho.

A combinação entre força e resistência melhora o  $VO_2$ máx e prolonga o tempo até a exaustão sem alterar a biomecânica da corrida, indicando que ganhos fisiológicos podem ocorrer sem comprometer a eficiência do movimento<sup>9,13</sup>. Protocolos de alta intensidade, como HIIT e SIT, também se destacam pela eficácia em menor tempo de treinamento<sup>10,11</sup>. Observa-se um padrão consistente de melhora da capacidade aeróbica e da eficiência fisiológica<sup>3,6,7,9-11</sup>, reforçando a importância da individualização do treinamento conforme as necessidades do atleta<sup>1,3,5</sup>. Além disso, o monitoramento contínuo de  $VO_2$ máx e frequência cardíaca é essencial para ajustar cargas, prevenir overtraining e orientar a periodização. Nesse sentido, Bouchard e Rankinen<sup>1</sup> destacam a variabilidade individual das respostas ao exercício; Hill et al.<sup>4</sup> ressaltam a importância do controle dos limiares fisiológicos; e Crowley et al.<sup>7</sup> indicam que esse acompanhamento promove evolução segura e progressiva do desempenho.

## Conclusão

Conclui-se que o treinamento físico contínuo, combinado ou intervalado, promove melhorias importantes na capacidade aeróbica e no desempenho, elevando o  $VO_2$  máx e o tempo até a exaustão. A combinação entre força e resistência e os métodos intervalados de alta intensidade mostram-se especialmente eficazes, reforçando a necessidade de individualizar e monitorar o treinamento.

Destaca-se, ainda, a importância de novos estudos para explorar diferentes combinações de carga e suas respostas em distintos perfis de atletas.

## Referências

1. BOUCHARD, Claude; RANKINEN, Tuomo. **Individual Differences in Response to Regular Physical Activity**. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 33, n. 6 Suppl, p. S446–S451, 2001.
2. **Long-term Effects of Physical Training on Aerobic Capacity: Controlled Study of Former Elite Athletes**. *J Appl Physiol.*, v. 80, n. 1, p. 285–290, 1996.
3. RODRIGUES BARBOSA, Raphael; MELO, Ruan J. P.; GOMES, João L. B.; GUIMARÃES, Francisco J. S. P.; COSTA, Maria C. C. **Effect of Aerobic Training Volume on  $VO_2$ max and Time Trial of Runners: A Systematic Review**. *J Hum Sport Exerc.*, v. 19, n. 4, p. 1139–1150, 2024.
4. HILL, David W.; CURETON, Kirk J.; COLLINS, Michael A. **Effects of Aerobic Training on Physical Working Capacity at Heart Rate Threshold**. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 28, n. 6, p. 746–751, 1996.
5. WESTON, Matthew; TAYLOR, Kyle L.; BATTERHAM, Alan M.; HOPKINS, Will G. **Effects of High-Intensity Interval Training on Cardiovascular Function,  $VO_2$ max, and Muscular Force**. *Exp Physiol.*, v. 99, n. 6, p. 828–839, 2014.
6. MIDGLEY, Adrian W.; McNAUGHTON, Lars R.; JONES, Andrew M. **The Effects of Physical Training on Key Parameters of Aerobic Fitness**. *Sports Med.*, v. 37, n. 10, p. 857–886, 2007.
7. CROWLEY, Emma K.; et al. **The Effect of Exercise Training Intensity on  $VO_2$ max in Healthy Adults: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses**. *Transl Sports Med.*, v. 5, n. 4, e00070, 2022.
8. **Effects of High-Intensity Interval Training on Selected Indicators of Physical Fitness among Male Team-Sport Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis**. *PLoS One.*, v. 19, n. 1, e0310955, 2024.
9. RODRÍGUEZ-BARBERO, Sergio; GONZÁLEZ-RAVÉ, José M.; VANWANSEEELE, Bart; JUÁREZ SANTOS-GARCÍA, Daniel; MUÑOZ DE LA CRUZ, Víctor; GONZÁLEZ-MOHÍNO, Fernando. **Effects of 20 Weeks of Endurance and Strength Training on Running Economy, Maximal Aerobic Speed, and Gait Kinematics in Trained Runners**. *Appl Sci.*, v. 15, n. 2, p. 903, 2025.
10. JIN, Kai; CAI, Ming; ZHANG, Yan; WU, Bo; YANG, Yu. **Effects of 6-Week Sprint Interval Training Compared to Traditional Training on the Running Performance of Distance Runners: A Randomized Controlled Trial**. *Front Physiol.*, v. 16, 1536287, 2025.
11. LENK, Markus; MATZKA, Matthias; LAUBER, Lukas; KUNZ, Patrick; SPERLICH, Billy. **Impact of Weekly Frequency of High-Intensity Interval Training on Cardiorespiratory, Metabolic, and Performance Measures in Recreational Runners – An Exploratory Study**. *Physiological Reports*, v. 13, n. 18, e70573, 2025.
12. TROWELL, David; FOX, Amy; SAUNDERS, Nathan; VICENZINO, Bill; BONACCI, Jason. **Effect of Concurrent Strength and Endurance Training on Run Performance and Biomechanics: A Randomized Controlled Trial**. *Scand J Med Sci Sports*, v. 32, n. 3, p. 543–558, 2022. DOI: 10.1111/sms.14092.
13. LEE, Eun J.; SNYDER, Eric M.; LUNDSTROM, Craig J. **Effects of Marathon Training on Maximal Aerobic Capacity and Running Economy in Experienced Marathon Runners**. *J Hum Sport Exerc.*, v. 15, n. 1, p. 79–93, 2020. DOI: 10.14198/jhse.2020.151.08.