

Variáveis preditoras do rendimento de homens portugueses no Open CrossFit® Games 2023

Predictor Variables of Portuguese Men's Performance in the 2023 Open CrossFit® Games

João Pedro Rocha^{1,2*} , José Vilaça-Alves^{1,3} , Nuno Domingos Garrido^{1,3} , Victor Machado Reis^{1,2,3} 

RESUMO

O CrossFit® é uma metodologia de treino baseada em movimentos funcionais variados e alta intensidade. Identificar as variáveis mais relevantes de performance é essencial para orientar o treino de forma eficaz. Pretendemos analisar as variáveis preditoras do rendimento de homens portugueses no CrossFit® Open de 2023. Participaram no estudo os 120 primeiros classificados no ranking nacional masculino do Open de 2023, através do preenchimento de um questionário e assinatura de um termo de consentimento informado. A amostra em média tinha 28 anos, 177 cm, 83 kg e tinham mais de 6 anos de experiência. O estudo avaliou 14 variáveis preditoras de performance, distribuídas por cinco variáveis de resistência geral (e.g., 1000 m remo, 5 km corrida), quatro variáveis de ginástica (e.g., máximo de *ring muscle-ups* consecutivos), seis variáveis de halterofilismo (e.g., 1 Repetição Máxima *snatch*, *clean*) e seis *workouts benchmark* (e.g., "murph", "fran"). As associações foram analisadas através de regressões simples e múltiplas, utilizando o software GraphPad Prism 7. Os resultados indicaram que as variáveis mais relevantes para a performance foram: *ring muscle-ups* ($r = -0,48$), 1 Repetição Máxima *snatch* ($r = -0,54$) e "murph" ($r = 0,47$). Os workouts do Open mais preditivos da classificação final foram o 23.1 ($r = 0,81$) e o 23.3 ($r = 0,77$). A equação de regressão múltipla que melhor explicou o rendimento incluiu variáveis significativas de halterofilismo, ginástica e *workouts of the days*. Conclui-se que os atletas mais fortes e com maior resistência à fadiga muscular com cargas externas foram os mais preparados para o Open 2023.

PALAVRAS-CHAVE: variáveis preditivas de performance; rendimento no CrossFit® Open; halterofilismo; ginástica.

ABSTRACT

CrossFit® is a training methodology characterised by functional movements, constantly varied and performed at high intensity. As it incorporates a wide range of movements, stimuli, and challenges, identifying the most relevant performance variables serves as a valuable resource for coaches to guide athletes' training. This study aimed to analyse the predictor variables of Portuguese men's performance in the 2023 CrossFit® Open. The top 120 male athletes from the 2023 national leaderboard were invited to participate by completing a questionnaire and signing an informed consent form. The sample had an average age of 28 years, an average height of 177 cm, weighed 83 kg, and had more than 6 years of experience. The study evaluated 14 performance predictor variables, categorised into five general endurance variables (e.g., 1000m row, 5km run), four gymnastics variables (e.g., maximum consecutive ring muscle-ups), six weightlifting variables (e.g., 1RM snatch, clean), and six benchmark workouts (e.g., "Murph," "Fran"). Associations between variables were analyzed using simple and multiple linear regressions with GraphPad Prism 7 software. The results indicated that the most relevant variables were ring muscle-ups ($r = -0.48$), 1RM snatch ($r = -0.54$), and "Murph" ($r = 0.47$). The Open workouts most predictive of the final standings were 23.1 ($r = 0.81$) and 23.3 ($r = 0.77$). The multiple regression equation that best explained performance included significant variables from weightlifting, gymnastics, and workouts. It was concluded that stronger athletes with greater resistance to muscular fatigue under external loads were the best prepared for the 2023 Open.

KEYWORDS: performance predictive variables; CrossFit® open performance; weightlifting; gymnastics.

¹Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Vila Real, Portugal.

²CrossFit MCN – Marco de Canavezes, Portugal.

³Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano – Vila Real, Portugal.

*Autor correspondente: Caminho da Agrela, 73 – CP: 4560-051 – Castelões, Penafiel, Portugal. E-mail: joaop200110@gmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** José Vilaça-Alves, Nuno Garrido e Victor Machado Reis foram financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), I.P., no âmbito dos projetos UID/04045/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/04045/2025>), UID/PRR/04045/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/PRR/04045/2025>) e UID/PRR2/04045/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/PRR2/04045/2025>).

Recebido: 10/02/2025. **Aceite:** 30/10/2025.

INTRODUÇÃO

O *CrossFit*® é uma metodologia de treino baseada em movimentos funcionais, constantemente variados e realizados em alta intensidade, visando preparar os praticantes para desafios imprevisíveis e melhorar a sua aptidão no dia-a-dia (Rios et al., 2025). Desde 2007, com a criação dos *CrossFit*® Games, o objetivo tem sido identificar os indivíduos mais fisicamente aptos do mundo.

A competição inicia-se com o “Open”, uma fase de apuramento online que se estende por 3 a 5 semanas, onde os atletas são testados em diferentes *WODs* (*workouts of the day*) com características variadas, desde movimentos mono estruturais, gímnicos ou de halterofilismo, até diferentes estímulos, como *AMRAP* (*as many repetitions as possible*) ou *AFAP* (*as fast as possible*). A imprevisibilidade dos desafios faz parte da essência do *CrossFit*®, tornando essencial identificar variáveis preditoras de performance para otimizar os treinos e garantir o sucesso nas diferentes fases da competição.

Embora ainda limitada, a literatura científica já aponta algumas variáveis relevantes. (Meier et al., 2023; Rios et al., 2024). Estudos anteriores analisaram preditores fisiológicos em *WODs* específicos do Open e *benchmarks*, como a força máxima, resistência muscular, capacidade aeróbica, potência anaeróbica e percentagem de gordura corporal.

Bellar et al. (2015), estudaram a relação da capacidade aeróbica, o pico de potência anaeróbica e o tempo de experiência com o desempenho no *CrossFit*® e concluíram que, em *WODs* onde o objetivo passa por fazer o máximo de rondas num determinado tempo, a capacidade aeróbia e a potência anaeróbia foram preditores importantes de performance.

Por exemplo, Tibana et al. (2021) demonstraram que a resistência muscular foi um fator-chave em *WODs* do Open de 2020, caracterizados por altos volumes e elevada repetição de exercícios. Mangine et al. (2023) compararam os resultados de atletas femininos e masculinos em *WODs* do open de 2011–2022 e perceberam que em *WODs* que o objetivo fosse fazer o mais rápido possível, os homens foram mais rápidos em 10 *WODs*, enquanto que as mulheres foram mais rápidas em 3 *WODs*.

Butcher et al. (2015), através de 14 atletas que participaram no Open ou nos regionais, estudaram variáveis fisiológicas e quais foram as mais importantes para prever rendimento em 3 *benchmarks* do *CrossFit*®: *Grace* (30 *cleans* & *jerks* para tempo), *Cindy* (o máximo de rondas possíveis em 20 minutos de 5 elevações na barra, 10 flexões de braços e 15 agachamentos com o peso corporal) e por último *Fran* (21-15-9 dos movimentos *thruster* e elevações na barra). Concluiu-se que os componentes do *CrossFit* Total (1RM agachamento, *deadlift* e press de ombros) foram as variáveis mais importantes para prever rendimento.

Mangine et al. (2024), quiseram estudar as estratégias de ritmo para cada *WOD* e perceber qual era a melhor forma de prever performance, analisando vídeos dos 160 melhores classificados no open 2020 e perceberam que, o ritmo de cada repetição, a forma como quebravam e a consistência em movimentos gímnicos foram os melhores preditores de performance.

Bellar et al. (2015) associaram a capacidade aeróbica e a potência anaeróbica ao desempenho em *WODs* do tipo *AMRAP*, enquanto Dexheimer et al. (2019) enfatizaram a importância da resistência muscular para manter ritmos elevados, retardar a fadiga e superar desafios de maior carga.

Além disso, estudos como os de Leitão et al. (2021) e Zeitz et al. (2020) sugerem que variáveis como o VO2 máx, o desempenho em levantamentos máximos (1RM) e a capacidade de sustentar repetições consecutivas em exercícios de ginástica e levantamento de peso são determinantes para o sucesso em *benchmarks* como “*Fran*” ou “*Murph*”.

Neste contexto, o presente estudo procurou identificar e analisar as variáveis preditoras de rendimento em atletas masculinos portugueses no *CrossFit*® Open de 2023, contribuindo para um melhor entendimento sobre o desempenho nesta modalidade e permitindo otimizar estratégias de treino com base em evidências científicas.

MÉTODO

Amostra

Foram recrutados atletas de *CrossFit*® portugueses, que realizaram o Open 2023, do sexo masculino, entre os 18 e os 34 anos de idade, que tinham no mínimo 2 anos de experiência a praticar *CrossFit*® e que ficaram nos 120 primeiros lugares no *ranking* nacional do Open 2023. Foram convidados todos os 120 atletas, e a amostra foi constituída por aqueles que aceitaram participar no estudo. Os participantes assinaram os termos de consentimento de participação no estudo. Foram assegurados os procedimentos para proteção de dados pessoais, e as variáveis foram quantificadas conforme auto reportadas pelos voluntários, não tendo sido necessária intervenção direta sobre os mesmos.

Procedimentos

A recolha de dados foi feita através de questionários. Essa mesma recolha foi realizada mediante o envio do questionário à *CrossFit*® Portugal, explicando o teor do mesmo e os objetivos, pedindo, assim, que entrassem em contacto com alguns atletas. Os restantes atletas foram contactados via correio eletrónico ou por mensagem privada. O contacto inicial com os atletas incluiu uma explicação sobre a pertinência do

estudo, a forma como seria conduzido e de que modo poderiam contribuir. Foi explicado aos atletas que apenas poderiam indicar no questionário os resultados obtidos nos diferentes testes realizados até 2 anos antes do *Open 2023*.

O questionário incluiu questões sobre os melhores resultados dos atletas em variáveis gímnicas, de levantamento de peso, de resistência muscular e de resistência geral, conforme descrito.

Os 21 testes anteriores constituíram as variáveis independentes.

As variáveis dependentes foram a classificação final (*ranking* nacional) e o desempenho nos 3 testes do *Open* de 2023, que de seguida se identificam:

- O “23.1” foi caracterizado por completar-se o máximo de rondas possíveis em 14 minutos de: 60 calorias remo, 50 *toes-to-bar*, 40 *wall balls*, 30 *cleans* e 20 *ring muscle up*.
- O “23.2” possuía duas partes, a primeira parte, o 23.2 A, em que o intuito era completar o máximo de rondas possíveis em 15 minutos de 5 *burpee pull up*, 10 *shuttle run* (1 repetição eram 7,5m + 7,5m) e adicionar 5 *burpee pull ups* a cada ronda que passa
- O “23.2 B”, foi constituído por 5 minutos para chegar a uma repetição máxima de *thrusters*.
- O “23.3” teve 3 fases e o objetivo é completar essas 3 fases no mínimo tempo possível. Primeiramente começou com um tempo máximo de 6 minutos para completar 5 *wall walks*, 50 saltos à *Double-unders*, 15 *snatch's* com 43kg, 5 *wall walks*, 50 saltos à *Double-unders* e por último 12 *snatch's* com 60 kg. Se o atleta completasse estes exercícios abaixo de 6 minutos, passava para a segunda fase e são adicionados 3 minutos

ao tempo máximo para completar: 20 *strict handstand pushup*, 50 *Double-unders* e 9 *snatch's* com 80 kg; Caso completasse estes 3 exercícios no tempo adicionado (3 minutos), passava para última fase do desafio, adicionando novamente 3 minutos para completar 20 *strict handstand pushup* e 6 *snatch* com 100 kg.

Análise estatística

As associações entre variáveis foram investigadas com recurso a regressões lineares simples ou múltiplas, após confirmação dos respectivos pressupostos. O número de variáveis independentes a incluir nas análises foi dependente do número de respostas obtidas nos questionários. Os dados foram analisados e os gráficos construídos com o software Graphpad Prisma 7. Uma análise post-hoc com o software GPower 3.1.2, revelou que a potência estatística atingida nas regressões múltiplas variou entre 81% (quando usados 6 preditores) e 94% (quando usados 2 preditores).

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os dados antropométricos, idade e tempo de prática dos sujeitos da amostra. Na Tabela 2 são apresentadas todas as variáveis independentes utilizadas no estudo e na Tabela 3 explicados os *benchmarks* usados no estudo. Na Tabela 4, retrata-se a relação entre as variáveis independentes e o *ranking* nacional. No conjunto dos 18 testes, apenas 9 testes tiveram correlação significativa com o *ranking* nacional. Destes 9, 3 foram de componente ginástica, onde a componente mais significativa foi os *ring Muscle ups* ($R = -0,479$; $p = 0,0004$). Cinco foram de componente de halterofilismo e os seus derivados, onde as duas mais significativas foram o *back squat* ($R = -0,5436$; $p = 0,0001$) e o *clean* ($R = -0,5666$; $p = 0,0001$), e apenas 1 variável dos *benchmarks* foi significativa, o *murph* ($R = 0,4694$; $p = 0,0044$).

Na Figura 1 estão ilustradas apenas as variáveis independentes que melhor explicavam e previam o rendimento no *Open23*. De todas as variáveis preditoras investigadas, apenas estas 6 apresentaram significância estatística. Na Figura 2 estão ilustradas as correlações entre os *WODs* do *Open* e

Tabela 1. Dados antropométricos, idade e anos de prática.

Variáveis	Atletas (n = 52)
Idade, anos	27,6 ± 4,1
Estatura, cm	176,5 ± 5,3
Peso, kg	82,9 ± 7,4
Experiência de CrossFit®, anos	6,8 ± 4,6

Tabela 2. Variáveis independentes.

Variáveis gímnicas	Variáveis de halterofilismo e seus derivados	Variáveis de Resistência geral
Max <i>Ring muscle ups</i>	1RM <i>Snatch</i>	1000m remo
Max <i>Chest to bar</i>	1RM <i>Clean</i>	2000m remo
Max <i>strict handstand pushups</i>	1RM <i>Back squat</i>	400m corrida
Max <i>pull ups</i>	1RM <i>Front squat</i>	1000m corrida
	1RM <i>Deadlift</i>	5000m corrida
	1RM <i>Strict Press</i>	

Max: máximo de repetições sucessivas.

o ranking nacional. Embora todos fossem estatisticamente significativos, o menos relevante e que menos explicou a classificação final foi o ranking 23.2 B ($R = 0,5035$; $p = 0,0002$).

Na Tabela 5 estão representadas as relações de cada variável independente e o ranking nacional, e reparamos que o

Tabela 3. Benchmarks.

Variáveis de benchmarks	Descrição do benchmark
Benchmark "Mary"	AMRAP 20' 5 Handstand Pushup 10 Pistols, alt leg 15 Pull ups
Benchmark "Karen"	For time: 150 wall balls shots 9/6kg
Benchmark "Fran"	For time 21-15-9 Thrusters 43/30kg Pull ups
Benchmark "Murph"	For time 1600m run 100 pull ups 200 pushups 300 air squats 1600m run
Benchmark "Grace"	For time: 30 clean and jerks 61/43kg
Benchmark "Isabel"	For time: 30 Snatches 61/43kg

Tabela 4. Preditores da performance.

Variáveis	Média e desvio padrão (n = 52)
Max ring muscle ups (reps)	16,4 ± 4,5
Max strict handstand push ups (reps)	25,5 ± 11,0
Max pull ups (reps)	49,0 ± 14,6
Max chest to bar (reps)	38,0 ± 12,5
1 RM snatch (kg)	104,6 ± 12,0
1 RM clean (kg)	135,2 ± 13,7
1 RM front squat (kg)	153,5 ± 16,5
1 RM back squat (kg)	175,4 ± 20,4
1 RM deadlift (kg)	208,0 ± 21,2
Fran (min)	2,7 ± 0,8
Murph (min)	44,5 ± 7,1
Grace (min)	2,1 ± 0,7
Isabel (min)	2,5 ± 1,3
1000m remo (min)	3,1 ± 0,3
2000m remo (min)	6,9 ± 0,5
400m corrida(min)	1,2 ± 0,3
1000m corrida (min)	3,7 ± 1,0
5000m corrida (min)	21,2 ± 1,9

Max: máximo de repetições sucessivas; reps: repetições.

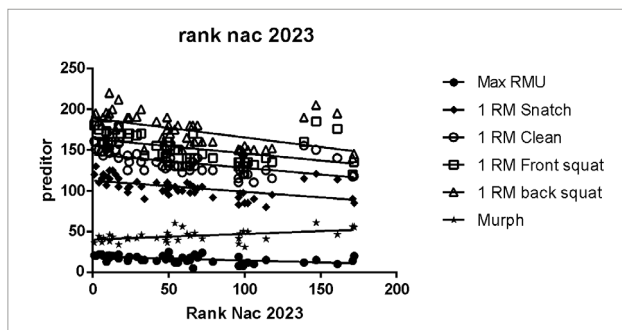


Figura 1. Ranking Nacional vs variáveis predictoras.

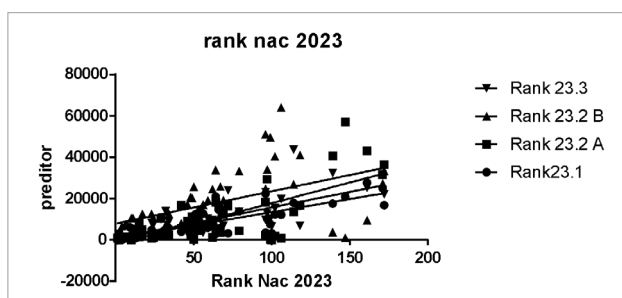


Figura 2. Ranking Nacional vs Ranking WODs.

Tabela 5. Relação entre variáveis de performance e o ranking nacional.

Variáveis	Coefficiente de correlação
Max Ring Muscle ups (reps)	$R = -0,479^{**}$
Max strict handstand Pushup (reps)	$R = -0,3728^{**}$
Max Pull up (reps)	$R = -0,3522$
Max chest to bar (reps)	$R = -0,3522^*$
1 RM Snatch (kg)	$R = -0,5370^{**}$
1 RM Clean (kg)	$R = -0,5666^{**}$
1 RM Front squat (kg)	$R = -0,5013^{**}$
1 RM Back squat (kg)	$R = -0,5436^{**}$
1 RM Deadlift (kg)	$R = -0,1823$
1 RM strict Press (kg)	$R = -0,3618^*$
Fran (min)	$R = 0,2964$
Murph (min)	$R = 0,4694^*$
Grace (min)	$R = 0,1513$
Isabel (min)	$R = 0,319$
1 Km Remo (min)	$R = 0,2663$
2 Km Remo (min)	$R = 0,1$
400m corrida (min)	$R = 0,2308$
1 km corrida (min)	$R = 0,3737$
5 Km corrida (min)	$R = 0,2515$

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; Max: máximo de repetições sucessivas; reps: repetições.

mais importante para prever o ranking foi o ring muscle-ups ($r = -0,48$), 1RM snatch ($r = -0,54$) e “murph” ($r = 0,47$).

Na Tabela 6 estão descritas a relação entre os WODs do Open e o ranking nacional. Embora todos fossem estatisticamente significativos, o menos relevante e que menos explicou a classificação final foi o ranking 23.2 B ($R = 0,5035$; $p = 0,0002$).

Na Tabela 7 estão representadas as regressões múltiplas entre testes preditores de performance e a performance no Open23 e a equação de regressão múltipla que melhor explicou o rendimento incluiu variáveis significativas de halterofilismo, ginástica e WODs ($R = 48\%$).

No conjunto dos 19 testes, apenas 9 foram utilizados para serem incluídos na regressão múltipla, e foram utilizados dados de 50 atletas para esta regressão. Na primeira categoria, utilizamos a variável ginástica que foi mais estatisticamente significativa, os ring muscle ups, e na variável de

halterofilismo e seus derivados utilizamos o *snatch*, *clean*, *front squat*, *back squat*, verificando-se que a junção destas variáveis justifica 34% do ranking do Open 23. Na segunda categoria juntamos as variáveis descritas anteriormente, o *murph*. Com a adição do *murph* nesta equação, aumentou o poder preditor dos resultados no Open para 48%. A partir da Terceira categoria, apenas juntamos o teste com mais correlação. Começamos com um de força máxima o *clean*, um de ginástica, o ring muscle up, e o *murph* de componente de WOD. A junção das 3 componentes explicaram 46% dos resultados finais. Na quarta categoria, retiramos a componente ginástica, o Ring Muscle up e concluímos que o facto de retirarmos o ring Muscle up à equação, os resultados do open não são tão explicados. Na quinta categoria, retiramos a componente de força máxima o *clean* e concluímos que esta equação foi a que menos explicou performance, apenas 31%. Na sexta e última categoria, juntamos componente ginástica e de *benchmark* e voltou a aumentar a percentagem de explicação dos resultados, mas mesmo assim foi das equações menos explicativas dos resultados.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar as variáveis preditoras de rendimento no CrossFit® Open 23 em atletas masculinos portugueses. Foram usadas variáveis das quatro componentes

Tabela 6. Relação entre os workouts of the day e o ranking nacional.

Variáveis	Ranking nacional
Rank 23.1	$R = 0,808^{**}$
Rank 23.2 A	$R = 0,7294^{**}$
Rank 23.2 B	$R = 0,5035^{**}$
Rank 23.3	$R = 0,7667^{**}$

$^{**}p < 0,01$.

Tabela 7. Regressões múltiplas entre testes preditores de performance e a performance no Open23.

Preditores	Equação da regressão múltipla	R ² Variância Erro Padrão
Ginástica Força máxima	$RN = -3,26 \times \text{Max}$ $\times 1 \text{ RM Snatch} - 0,32 \times 1 \text{ RM Clean} + 0,7 \times 1 \text{ RM Front Squat} - 0,61 \times 1 \text{ RM Back Squat} + 309,231$	0,40 34% 37,5
Ring muscle up Snatch Clean Front Squat Back Squat Murph	$RN = -2,86 \text{ Ring Muscle Ups} - 0,97 \text{ Snatch} - 0,65 \text{ Clean} + 1,27 \text{ Front Squat} - 1,141 \text{ Back Squat} + 2,53 \text{ Murph} + 189,59$	0,58 48% 35,4
Ring muscle up Clean Murph	$RN = -2,219 \text{ Ring Muscle up} - 1,64 \text{ Clean} + 2,41 \text{ Murph} + 211,37$	0,51 46% 35,86
Clean Murph	$RN = -1,95 \text{ Clean} + 2,54 \text{ Murph} + 210,56$	0,48 44% 36,54
Ring Muscle Up Murph	$RN = -4,07 \text{ Ring Muscle up} + 2,73 \text{ Murph} + 8,700$	0,35 31% 40,58
Ring Muscle Up Clean	$RN = -2,63 \text{ Ring muscle up} - 1,81 \text{ Clean} + 348,525$	0,40 35% 39,48

RN: ranking nacional.

do *CrossFit®*: testes mono estruturais, gímnicos, halterofilismo e *WODs* (*benchmarks*).

Outros estudos analisaram *benchmarks* como variáveis dependentes. Leitão et al. (2021) concluiu que os melhores preditores para a *fran* foram o 1RM de *thrusters* e o máximo de repetições de *thrusters* e *pull-ups*. Dexheimer et al. (2019), tiveram como objetivo identificar quais as medidas fisiológicas que melhor indicam desempenho no *CrossFit®*. Estudaram 17 participantes sendo 12 homens e 5 mulheres que completaram uma série de testes fisiológicos e concluíram que para a *fran*, o *back squat* explicou 42% da variação no desempenho, para a *nancy*, o consumo máximo de oxigénio explicou 68% da variação e para a *grace* o pico de potência anaeróbia explicou 57% da variação no desempenho dos atletas. Rios et al. (2024), pretenderam analisar o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e a contribuição de cada sistema energético no *benchmark fran* e estudaram 20 atletas masculinos. Perceberam que houve um aumento progressivo da contribuição anaeróbia láctica durante a *fran*, porém a energia aeróbia correspondeu a 62% da energia total utilizada.

No presente estudo, dos 15 testes, destacaram-se o máximo de *ring muscle ups*, *Handstand Push Ups* e *Chest-to-Bar* na ginástica, 1RM de *back Squat*, *strict Press*, *snatch* e *clean* no halterofilismo, e o *murph* entre os *benchmarks*. Nenhum teste mono estrutural foi relevante.

A ausência de relevância dos testes mono estruturais como os 2 km de remo contraria alguma literatura, como Leitão et al. (2021), que associou o remo ao rendimento na *fran*. Contudo, estudos como o de Tibana et al. (2021) e Barbieri et al. (2017) reforçam que a capacidade aeróbica não é determinante para o *Open*. A falta de correlação pode dever-se ao facto de o *Open 23* incluir apenas um *WOD* predominantemente aeróbico.

Os preditores significativos foram habilidades gímnicas como *ring muscle ups* e *handstand push Ups*, explicadas pelo *Open 23* ter exercícios que exigem resistência muscular nos ombros. No halterofilismo, *back squat* e *clean* destacaram-se pela sua ligação à força máxima e potência dos membros inferiores. Estudos anteriores, como Stone et al. (2005) e Gómez-Landero et al. (2020), corroboram estas conclusões. O *murph* destacou-se como *benchmark* devido à sua exigência em capacidades aeróbicas e resistência muscular. Uma das principais conclusões do presente estudo foi que nenhum teste mono estrutural foi significativo para explicar o rendimento dos atletas. Os 2 km remo são um teste muitas vezes utilizado para testar a eficiência do atleta no remo e a sua capacidade aeróbica, pois 65–70% da energia necessária provém de origens aeróbicas, e assim, poderíamos especular que seria um teste importante para prever o rendimento,

o que não se verificou no nosso estudo. Tibana et al. (2021) utilizaram vários testes de composição corporal e de capacidade física e concluíram que os 2 km de remo não foi um preditor estatisticamente significativo para a performance no *Open 2020* e também que atletas com elevada resistência muscular tinham mais sucesso no *Open 2020*.

A equação que melhor explicou o rendimento incluiu as variáveis de halterofilismo, *ring muscle ups* e *murph*, explicando 48% do desempenho. Retirar o *murph* reduz a explicação para 34%, reforçando a importância da performance global. Porém, se apenas juntamos o *murph* à variável de ginástica, os *rings muscle ups*, a combinação apenas explica 31% da performance. Podemos assim concluir que o atleta que tem uma boa performance no *Murph*, só vai ser bem-sucedido no *Open 23* se for um atleta forte a mover cargas externas.

Os *WODs* do *Open 23* variaram no impacto sobre o desempenho. O 23.1 e 23.3 foram os mais significativos, testando várias capacidades físicas e técnicas. O 23.1 exigiu força, resistência e técnica em movimentos como *ring muscle ups* e *power cleans*, enquanto o 23.3 testou a endurance muscular e força máxima nos *snatches* progressivos. Estes resultados reforçam que o atleta precisa de capacidades amplas para se destacar no *open*. Num artigo feito pela equipa da *The Barbell Spin* (Spin, 2023), onde se investigou qual o *WOD* do *open 23* que teve maior correlação com a classificação geral, verificou-se que nos homens o *WOD* mais importante foi o 23.2 A e o menos importante foi o 23.2 B.

Comparativamente ao panorama mundial, os atletas portugueses destacam-se pela força máxima, enquanto a nível internacional a capacidade aeróbica é mais relevante. Para alcançar a elite mundial, os portugueses parecem precisar de melhorar esta capacidade. O presente estudo demonstrou que um atleta onde o seu principal objetivo é a classificação no *open* e a passagem à fase seguinte, deve direccionar o seu treino para ganhos de força máxima e resistência muscular. No entanto, se o atleta já estiver na elite portuguesa e o próximo passo for chegar à elite mundial, então o treino parece que deva ser direccionado para a capacidade cardiovascular e resistência muscular com cargas externas com percentagens submáximas de vários levantamentos.

Testes como *back Squat*, *front squat*, *strict Press* são fundamentais para perceber o nível do atleta em força máxima. A nível gímico, testes mais complexos como *ring muscle ups*, *strict handstand pushup* e *chest to bar* são fundamentais para testar a técnica, eficiência e resistência muscular. Se o atleta tiver o objetivo de atingir elite mundial, testes de capacidade cardiovascular como 2km remo ou 5km corrida poderão ser fundamentais para testar o atleta.

O presente estudo foi realizado apenas com atletas masculinos portugueses, limitando a sua generalização. A amostra de 52 atletas é representativa, mas um número maior aumentaria a robustez estatística. Estudos futuros poderiam incluir dados de competições, atletas femininos e de outros países.

CONCLUSÕES

Este estudo investigou os principais preditores de rendimento no *CrossFit® Open 23* em atletas portugueses masculinos. Verificou-se que o desempenho em habilidades de ginástica e halterofilismo, como o número máximo de *ring muscle ups*, o 1RM de *back Squat* e o 1 RM de *clean*, foram os fatores mais significativos para o sucesso na competição. Em contraste, testes aeróbicos, como os 2 km de remo e os 5 km de corrida, não tiveram relevância estatística. O *Murph* foi o único *benchmark* aeróbico com relevância neste estudo. Concluímos que em atletas masculinos portugueses, a força e a resistência muscular tiveram mais impacto do que a resistência aeróbica no desempenho no *Open 23*.

REFERÊNCIAS

- Barbieri, J. F., Correia, R. F., Castaño, L. A. A., Brasil, D. V. C., & Ribeiro, A. N. (2017). Comparative and correlational analysis of the performance from 2016 CrossFit Games high-level athletes. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 15, Artigo 521. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.521>
- Bellar, D., Hatchett, A., Judge, L. W., Breaux, M. E., & Marcus, L. (2015). The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biology of Sport*, 32(4), 315–320. <https://doi.org/10.5604/20831862.1174771>
- Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. (2015). Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? *Open Access Journal of Sports Medicine*, 6, 241–247. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S88265>
- Dexheimer, J. D., Schroeder, E. T., Sawyer, B. J., Pettitt, R. W., Aguinaldo, A. L., & Torrence, W. A. (2019). Physiological performance measures as indicators of CrossFit® performance. *Sports*, 7(4), Artigo 93. <https://doi.org/10.3390/sports7040093>
- Gómez-Landero, L. A., & Frías-Menacho, J. M. (2020). Analysis of morphofunctional variables associated with performance in CrossFit® competitors. *Journal of Human Kinetics*, 73, 83–91. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0134>
- Leitão, L., Dias, M., Campos, Y., Vieira, J. G., Sant'Ana, L., Telles, L. G., Tavares, C., Mazini, M., Novaes, J., & Vianna, J. (2021). Physical and physiological predictors of FRAN CrossFit® WOD athlete's performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), Artigo 4070. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084070>
- Mangine, G. T., Grundlingh, N., & Feito, Y. (2023). Normative scores for CrossFit® Open workouts: 2011–2022. *Sports*, 11(2), Artigo 24. <https://doi.org/10.3390/sports11020024>
- Mangine, G. T., Zeitz, E. K., Dexheimer, J. D., Hines, A., Lively, B., & Kliszczewicz, B. M. (2024). The influence of sex-division, experience, and pacing strategy on performance in the 2020 CrossFit® Open. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, Artigo 1344036. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1344036>
- Meier, N., Schlie, J., & Schmidt, A. (2023). CrossFit®: 'Unknowable' or Predictable?—A Systematic Review on Predictors of CrossFit® Performance. *Sports*, 11(6), Artigo 112. <https://doi.org/10.3390/sports11060112>
- Rios, M., Becker, K. M., Cardoso, F., Pyne, D. B., Reis, V. M., Moreira-Gonçalves, D., & Fernandes, R. J. (2024). Assessment of Cardiorespiratory and Metabolic Contributions in an Extreme Intensity CrossFit® Benchmark Workout. *Sensors (Basel)*, 24(2), Artigo 513. <https://doi.org/10.3390/s24020513>
- Rios, M., Pyne, D. B., & Fernandes, R. J. (2025). The Effects of CrossFit® Practice on Physical Fitness and Overall Quality of Life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(1), Artigo 19. <https://doi.org/10.3390/ijerph22010019>
- Spin, B. (2023, 8 de março). Which open workout was most correlated to the overall standings? The Barbell Spin. <https://thebarbellspin.com/crossfit-games/which-open-workout-was-most-correlated-to-the-overall-standings/>
- Stone, M., Sands, W., Pierce, K., Carlock, J., Cardinale, M., & Newton, R. (2005). Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 1037–1043. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000171621.45134.10>
- Tibana, R. A., Sousa Neto, I. V., Sousa, N. M. F., Romeiro, C., Hanai, A., Brandão, H., Dominski, F. H., & Voltarelli, F. A. (2021). Local muscle endurance and strength had strong relationship with CrossFit® Open 2020 in amateur athletes. *Sports*, 9(7), Artigo 98. <https://doi.org/10.3390/sports9070098>
- Zeitz, E. K., Cook, L. F., Dexheimer, J. D., Lemez, S., Leyva, W. D., Terbio, I. Y., Tran, J. R., & Jo, E. (2020). The Relationship between CrossFit® Performance and Laboratory-Based Measurements of Fitness. *Sports*, 8(8), Artigo 112. <https://doi.org/10.3390/sports8080112>