

PREDIÇÃO DE DESEMPENHO EM MEIA MARATONA PELA DISTRIBUIÇÃO GEOMÉTRICA

BARRETO, Ana Cristina Lopes y Glória¹; MARINS, Fabícia França²; BRASIL, Roxana Macedo³; BRITO, Diogo de Freitas^{1,4,5}; CARVALHO JUNIOR, Sergio⁶; EVERTON, Adriana Nunes da Fonseca⁷; JUNIOR, Homero da Silva Nahum^{1,8}

120

Resumo

A pesquisa objetivou estimar a quantidade de provas necessárias para que um meia-maratonista, Idade = 32 anos e Experiência = 30 meses reduzisse o seu tempo atual (2h26) em 11, 26, 36, 46, 56, 66 e 76 minutos. O modelo geométrico foi desenvolvido em linguagem R 4.4.3. Os resultados indicaram que somente seria viável a redução de até 26 minutos. Todavia, propondo mudanças no treinamento, realizou-se a simulação com distribuição geométrica, constatando que a evolução de desempenho até 46 minutos (1h40) seria realista. A limitação fisiológica tornaria improvável completar a distância em tempos inferiores. Possível foi concluir que o modelo respondeu ao questionamento adequadamente.

Palavras-chave: Planejamento. Modelagem. Administração. Economia. Estatística.

Abstract

The research aimed to estimate the number of races required for a half-marathon runner, Age = 32 years and Experience = 30 months, to reduce their current time (2h26) by 11, 26, 36, 46, 56, 66, and 76 minutes. The geometric model was developed in R 4.4.3. The results indicated that a reduction of only up to 26 minutes would be feasible. However, proposing changes in training, a simulation with geometric distribution was performed, finding that a performance improvement of up to 46 minutes (1h40) would be realistic. Physiological limitations would make it unlikely to complete the distance in shorter times. It was possible to conclude that the model answered the question adequately.

Keywords: Planning. Modelling. Administration. Economics. Statistics.

¹ Docentes do Curso de Educação Física do Centro Universitário Celso Lisboa;

² Graduanda do Curso de Educação Física do Centro Universitário Celso Lisboa;

³ Docente Ph.D. em Educação Física;

⁴ Docente do Curso de Gestão Desportiva e do Lazer do Centro Universitário Celso Lisboa;

⁵ Consultor Iceberg Business Academy;

⁶ Pesquisador convidado Biodesa;

⁷ Profissional de Educação Física da Adriana Nunes Consultoria de Corrida;

⁸ Docente da Escola de Saúde da Universidade Cândido Mendes.

Introdução

A prática da corrida não exigiria equipamentos ou instrumentos específicos, tão pouco, requisitaria local com elaborada infraestrutura, e proporcionaria a participação em eventos amadores de rua (Poczta, Malchrowicz-Moško e Fadigas, 2018). Essas características explicaria a popularidade mundial do esporte, particularmente as disciplinas maratona (42,195 km) e meia maratona (21,975 km) detentoras de significativos percentuais de participação, independentemente da faixa etária (Tschopp e Brunner, 2017). Nas provas de rua, o crescente quantitativo de participantes seria influenciado por amadores entre 30 e 50 anos (Lepers e Cattagni, 2012), mesmo com a elevação dos requisitos físicos, culminando no melhor desempenho esportivo (Tanaka e Seals, 2008), conforme ocorridos nos últimos 30 anos. Portanto, à conquista de resultados significativos necessárias seriam eficiência mecânica, capacidades cardiovascular e respiratória, limiar anaeróbico e motivação superiores à média (Poczta, Malchrowicz-Moško e Fadigas, 2018).

Aparentemente, ponto pacífico seria a contribuição à redução da massa corporal, ao aumento de força muscular, à melhora da autoestima e redução do estresse (Barbosa *et al.*, 205). Entretanto, em linhas gerais, metade dos corredores sofreria, pelo menos, uma lesão anualmente (Tschopp e Brunner, 2017), então, não seria possível ignorar o alto risco de injúria, por acidente ou sobrecarga, que permearia desafios fundistas (Falcão e Uvinha, 2019; Carvalho Junior *et al.*, 2025). As articulações talocrural (ou tibiotársica), tibiofibular e talocalcânea (ou subtalar), especialmente a primeira, deteriam elevadas prevalências. Todavia, não seriam raros eventos como síndrome da dor patelofemoral, canelíte, tendinose do tendão de Aquiles, síndrome da banda iliotibial, fascite plantar e fraturas de metatarsos ou tibia, assim como lesões nos isquiotibiais. Essas ocorrências estariam associadas ao excesso de massa corporal e à distância semanal percorrida, embora não fosse prudente descartar a influência de calçado, alongamento e biomecânica (Tschopp e Brunner, 2017).

Interessante mencionar que a forma da pisada não teria, a princípio, relação com a ocorrência de lesão, ao contrário do tipo e tempo de uso de calçado (Costa *et al.*, 2022). Mas, as disputas em ambientes abertos, logo, com elevada variabilidade de pisos, aclives, declives, possíveis obstáculos (Junior *et al.*, 2023) e temperatura e umidade não controlada (Oliveria, 2017) tenderiam a elevar as exigências fisiológicas e mecânicas, paralelamente a dificultar investigações pela carência de instrumentos adequados às aferições. Tal problema seria potencializado pela predominância de alavancas interpotentes no corpo humano, favorecendo a velocidade e amplitude movimento (Junior *et al.*, 2023), então,

marcadores bioquímicos tenderiam a apresentar elevação significativa nas concentrações séricas, especialmente de lactato desidrogenase, resultaria de microlesões musculares; creatina quinase total (CK), indicaria lesão muscular induzida por exercício intenso; CK-MM, indicaria lesão nos músculos esqueléticos; CK-MB, indicaria lesão no músculo cardíaco; creatinina, resultante da contração muscular, indicaria a eficiência da função renal; ferro, exercício intenso elevaria a demanda por ferro; leucócitos e neutrófilos, catecolaminas promoveriam o aumento (Siqueira *et al.*, 2009).

Os aspectos mencionados seriam impactados pelo estado antropométrico do atleta, assim como as demandas alimentar e hídrica (Oliveira, 2017). Essa foi avaliada em 241 competidores, 181 homens, com idade = $38,76 \pm 9,13$ anos (Coeficiente de Variação = 23,56%), que completaram a Meia Maratona do Sol em $130,42 \pm 23,67$ minutos (Coeficiente de Variação = 18,15%). A hidratação foi avaliada antes e após a corrida pela massa corporal, que apresentou redução de $2,76 \pm 1,57$ kg (valor-p = 0,00; Coeficiente de Variação = 56,88%), com consumo de líquidos de $1,43 \pm 0,96$ l (Coeficiente de Variação = 67,13%) e taxa de sudorese de $45,92 \pm 26,17$ ml/mim (Coeficiente de Variação = 56,99%) e 57,0% desidratação moderada. Os resultados indicariam a necessidade de orientação transdisciplinar e individualizada (Cassiano, 2017).

A investigação do perfil antropométrico associado ao consumo energético de cinco homens (idade = $30,80 \pm 5,67$ anos), treinando para meia maratona, revelou massa corporal = $68,60 \pm 13,40$ kg, estatura = $1,73 \pm 0,11$ m, IMC = $22,66 \pm 2,42$ Kg/m² e %G = $9,03 \pm 3,21$ %, tendo o consumo energético = $2557,13 \pm 326,08$ kcal para o gasto calórico = $3872,47 \pm 756,56$ kcal. No condizente aos macronutrientes, o grupo consumia carboidratos, proteínas e lipídios nas respectivas proporções de 5,75 g/kg, 1,6 g/Kg e 0,96 g/Kg, representando, nessa ordem 60,36%, 17,08% e 22,55% do consumo energético. Ou seja, inadequação havia em relação às necessidades diárias, não obstante a convergência de macronutrientes ao quadro antropométrico (Silva e Moreira, 2011). Então, a princípio, a suplementação de carboidratos seria apropriada não somente ao desempenho, mas para reduzir a probabilidade de dano muscular e desconforto no trato digestivo, o que requisitaria planejamento com base na intensidade, duração e recuperação dos exercícios, possivelmente, utilizando carboidratos distintos, como glicose e frutose (Araújo e Pereira, 2025).

A transdisciplinaridade seria prerrogativa à evolução de desempenho, dado que exercícios de longa duração em intensidade moderada intensificariam a utilização de ácidos

graxos, enquanto que na alta intensidade a glicose seria preferencialmente oxidada (o ciclo de Randle). Nessa condição, a produção de espécies reativas de oxigênio (radicais livres) seria muito elevada, podendo culminar no estresse oxidativo, o qual promoveria lesões teciduais e danos celulares (peroxidação lipídica). Isso, porque, o ciclo de Krebs poderia não ser capaz de converter todo oxigênio em água (Silveira *et al.*, 2011). Complementando, a Heme oxigenase-1 (HO-1), isoforma da Heme oxigenase (enzima degradadora do grupo heme, liberando, monóxido de carbono, biliverdina e ferro), teria função protetora sobre as células por características anti-inflamatórias, antioxidantes, antiapoptóticas e antiproliferativas, especialmente por ser resposta ao exercício físico como defesa contra o estresse oxidativo (Silva, 2017; Paixão, Voltarelli e Brum, 2020).

Pelo exposto, adequada seria a utilização do volume máximo de oxigênio ($VO_{2máx.}$) consumido durante o exercício e limiar de lactato, quando a produção de lactato superaria a eliminação dele, portanto indicadores de aptidão aeróbica e intensidade do exercício, respectivamente. Todavia, no domínio da meia maratona, tal tática, poderia não ser adequada, dado que 12 homens, atletas amadores, idade = $29,00 \pm 4,00$ anos, massa corporal = $71,20 \pm 11,70$ kg, estatura = $179,10 \pm 8,10$ cm, %gordura = $11,10 \pm 3,80\%$ e $VO_{2máx.}$ = $55,60 \pm 6,40$ ml/(kg.min), conquistaram correlação linear entre velocidade média e limiar de lactato de $r = 0,57$ ($r^2 \approx 0,32$; valor-p = 0,05), e $VO_{2máx.}$ de $r = 0,32$ ($r^2 \approx 0,10$; valor-p = 0,32), ou seja, em ambos casos, a capacidade de explicação da variância era demasiadamente baixa e não significativa (Melo, 2011).

Fisiologicamente, possível seria acompanhar a evolução das adaptações advindas da prática regular, como a hipotensão identificada em 10 homens, realizadores de, pelo menos, três sessões semanais de treino, e caracterizados por idade = $33,40 \pm 10,04$ anos, massa corporal = $66,40 \pm 0,15$ kg, estatura = $1,71 \pm 0,06$ m, %gordura = $10,81 \pm 5,89\%$, $VO_{2máx.}$ = $58,75 \pm 5,47$ ml/(kg.min), PAS = $126,40 \pm 8,00$ mmHg, PAD = $78,50 \pm 5,40$ mmHg e Experiência = $13,00 \pm 10,00$ anos. O grupo apresentou redução estatisticamente significativa (valor-p < 0,05) nos instantes pós-exercícios na PAS nos minutos 10 ($110,00 \pm 11,00$ mmHg), 30 ($105,00 \pm 7,40$ mmHg) e 60 ($104,00 \pm 5,40$ mmHg), e na PAD no momento 60 minutos ($69,80 \pm 10,70$ mmHg) aos 60 minutos de recuperação (Junior *et al.*, 2024). Outro aspecto demandador de atenção seria a dicotomia sexual, porque, mulheres tenderiam a apresentar menor intensidade de fadiga muscular no quadríceps após a corrida (Plá, 2022).

O conjunto de considerações evidenciou a necessidade de adequado planejamento do treinamento desportivo para proporcionar adaptações positivas nos domínios fisiológico, mecânico, cognitivo e psíquico, o que culminaria na periodização (Evangelista, 2009; Junior, 20212; Santos, 2016; Moraes, 2021; Andrés, 2024; Everton *et al.*, 2024; Ramos *et al.*, 2025; Milhomem *et al.*, 2025) em observância aos princípios do treinamento (Sirydakis, 2018; Chaves, Ferreira e Tavares, 2019; Everton *et al.*, 2024). A consonância se estabeleceu com o treinamento de um maratonista com 42 anos de idade e 1,61 m de estatura, submetido ao volume de 110 km semanais com duas sessões diárias de treinamento. Passado um semestre, reduziu-se o volume concomitantemente ao aumento da intensidade, a qual se tornou máxima ou 2,50x a velocidade do limiar anaeróbico. Isso possibilitou a redução do tempo de conclusão de mesma maratona em edições distintas em 7,00 min, e 33,00 minutos entre provas diferentes, dada a elevação da velocidade de 15,00 km/h para 16,70 km/h, ou seja, a intervenção planejada foi eficaz (Lourenço, 2005). Então, o objetivo do corrente estudo foi estimar a quantidade de provas necessárias para que um meia-maratonista alcançasse, pela primeira vez, determinados desempenhos temporais.

Metodologia

O estudo de caso foi realizado com um meia-maratonista de 32 anos de idade e 30 meses de prática regular na disciplina. Atualmente, o volume semanal de treino seria de $45,90 \pm 6,10$ km/semana (Mediana = 45,00 km/semana; Coeficiente de Variação = 13,30%; Erro Padrão = 0,85 km/semana; Amplitude = 20,00 km/semana), permitindo a conquista do tempo de 2h26 (146 min) na distância com a participação em quatro ou cinco provas por ano. O corredor objetivaria a seguinte progressão de tempos 2h15 (135 min), 2h00 (120 min), 1h50 (110 min), 1h40 (100 min), 1h30 (90 min), 1h20 (80 min) e 1h10 (70 min).

A distribuição geométrica foi empregada, porque, a princípio, a probabilidade de sucesso advinha de determinada série de tentativas independentes e idênticas (Walpole *et al.*, 2008; Ross, 2010). O modelo geométrico foi codificado em R 4.4.3 com emprego dos pacotes *fitdistrplus* 1.2.4, *VGAM* 1.1.3, *gamlss* 5.5.0 e *extraDistr* 1.10.0. Primeiramente, os tempos foram transformados em minutos, cada prova foi considerada um evento independente e estimou-se a probabilidade de alcance de cada tempo. Sequencialmente, o número esperado de provas até o sucesso e o tempo em anos demandados foram calculados.

Resultados e Discussão

Inicialmente, assumiu-se a suposição de que a probabilidade de superar determinado tempo melhor que o atual diminuiria inversamente a melhoria necessária, mais claramente, quanto melhor fosse o desempenho almejado, menor seria a probabilidade de conquista-lo. Isso estabelecido, então a diferença de tempo foi modelada por escala logística inversa (I).

$$p(\Delta T) = \frac{1}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta T)}} \quad (I)$$

onde: ΔT = diferença em minutos em relação ao tempo corrente; p = probabilidade de ΔT .

Na Distribuição Geométrica, cada prova foi considerada um evento de Bernoulli (Brito *et al.*, 2025), cujo Sucesso seria o alcance do tempo objetivado, tendo por probabilidade de Sucesso, $P(\text{Sucesso}) = p$; e Fracasso, qualquer resultado diferente. Dessa forma, o número médio de provas até o primeiro Sucesso se ajustaria à Distribuição Geométrica, expresso por $E[X] = 1/p$, e desvio padrão dado por $\sigma = \sqrt{\frac{1-p}{p^2}}$.

A diferença entre o tempo corrente e aquele da primeira meta seria $\Delta T = 11$ min (= 146 – 135), representando evolução de 7,53%, aproximadamente. Estabelecendo que haveria 20,00% (0,20) de chance por prova de conquistar a diferença, e participando de cinco provas/ano, por consequência, a chance de Sucesso em, pelo menos, uma prova seria $P(\text{Sucesso}) = 1 - (1 - 0,20)^5 = 1 - (0,80)^5 = 1 - 0,32768 = 0,67232 \approx 67,23\%$. Replicando o raciocínio inicial para a meta mais ambiciosa, $\Delta T = 76$ min (= 146 – 70), representando evolução de 52,05%, aproximadamente, razoável seria assumir que $P(76) \approx 0,01\%$. Tais considerações originaram o sistema de equações (II), cuja resolução (III) resultou em $\beta_1 = 0,12037$ e $\beta_0 = 0,06222$, assim a função de probabilidade seria (IV).

$$\begin{cases} \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot 11}} = 0,20 \\ \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot 76}} = 0,0001 \end{cases} \quad (II)$$

$$\begin{cases} 1 + e^{\beta_0 + 11\beta_1} = 5 \therefore e^{\beta_0 + 11\beta_1} = 4 \\ 1 + e^{\beta_0 + 76\beta_1} = 10000 \therefore e^{\beta_0 + 11\beta_1} = 9999 \end{cases} \quad (III)$$

$$e^{65\beta_1} = \frac{9999}{4} = 2499,75 \therefore 65\beta_1 = \ln(2499,75) \therefore \beta_1 \approx 0,12037$$

$$e^{(\beta_0+11,0,12037)} = 4 \therefore \beta_0 + 1,32407 = \ln(4) \therefore \beta_0 \approx 0,06222$$

$$p(\Delta T) = \frac{1}{1 + e^{(0,062222+0,12037 \cdot \Delta T)}} \quad (IV)$$

Aplicando o modelo na situação ora em tela, mantidas as condições vigentes, as reduções temporais superiores aos 36 minutos gozariam de baixa probabilidade de ocorrência (Tabela 1), tornando, praticamente, nulas quando acima de 46 minutos. Isso, porque, a redução de 11 minutos requisitaria 15 meses, enquanto que o decréscimo de 26 minutos exigiria 114 meses, a partir disso, a demanda seria de, pelo menos, 37 anos (Tabela 2). Estatisticamente, as duas primeiras metas seriam difíceis, porém possíveis, enquanto as demais se colocariam como inatingíveis na ausência de mudanças contextualizadas e profundas no regime de treinamento.

Tabela 1: Estimativas de Probabilidade ao Alcance das Metas.

Meta	ΔT , min	$p(\Delta T)$, %
2h15	11	20,00
2h00	26	3,95
1h50	36	1,22
1h40	46	0,37
1h30	56	0,11
1h20	66	0,03
1h10	76	0,01

Fonte: Os Autores (2026).

Tabela 2: Estimativas (média \pm desvio padrão) das Quantidades de Provas e Tempo para Alcance das Metas.

Meta	ΔT , meses	Provas, n	Tempo, anos
2h15	11	5,00 \pm 4,47	1,25 \pm 0,99
2h00	26	38,00 \pm 24,83	9,50 \pm 5,52
1h50	36	150,00 \pm 81,59	37,50 \pm 18,13
1h40	46	588,00 \pm 270,72	147,00 \pm 60,16
1h30	56	2304,00 \pm 900,99	576,00 \pm 200,22
1h20	66	9009,00 \pm 3001,32	2252,00 \pm 666,96
1h10	76	35211,00 \pm 10000,50	8803,00 \pm 2222,33

Fonte: Os Autores (2026).

As impossibilidades identificadas refletiriam a probabilidade de sucesso fixa, alicerçada no desempenho corrente e desconsiderando mudanças no treinamento, o qual deveria ser sistematizado para reduzir a aleatoriedade dos desempenhos. Assim, a curva de probabilidade seria alterada, valendo afirmar que $p(\Delta T)$ tenderia a se elevar. O corredor não desfrutava de orientação nutricional, possivelmente ocasionando dieta 1) carente de carboidratos complexos, os quais poderiam ser a base do substrato energético; 2) inadequada no aporte de proteínas, especialmente para recuperação muscular; 3) com baixo teor de lipídios saudáveis à síntese de hormônios; e 4) hidratação divergente das necessidades peculiares.

Não havia acompanhamento fisioterapêutico, sobretudo com características preventivas, avaliando e ajustando assimetrias, conseqüentemente, reduzindo o risco de lesões. O meia-maratonista utilizava sugestões genéricas de profissionais de Educação Física, não se valendo de treinador para efetivamente prescrever os treinos, monitorar os sinais fisiológicos, por exemplo: frequência cardíaca, $VO_2máx$ e lactato, para controle de intensidade, carga, volume, frequência e densidade, e monitoramento e predição da evolução. Tal quadro favoreceria a atenção nos resultados, não no processo, ignorando a existência de platôs de evolução, como etapas de adaptação, o que poderia demandar elevada amplitude no domínio do tempo.

A mitigação das conseqüências indesejadas seria obtida com o planejamento anual de treinamento nas fases de 1) base, focada nas resistências muscular e cardiorrespiratória, realizando corridas de intensidade leve a moderada; 2) construção, elevação da intensidade para aquela correspondente àquela da disciplina; 3) polimento, redução gradual de volume e frequência, com manutenção da intensidade, favorecendo a “supercompensação” e reduzindo o risco de fadiga e lesão; e 4) recuperação, realizada após a prova-alvo, priorizando a restauração das condições física e psíquica, e reduzindo dores e inflamações.

Especificamente, o volume de treino deveria ter progressão conservadora, em torno de 10,00% ao ano, objetivando a realização semanal de 100 km a 160km, assim possível seria correr em maior velocidade com menor esforço, economia de corrida (Ortiz *et al.*, 2003; Guglielmo, Greco e Denadai, 2005; Bertuzzi *et al.*, 2010; Pereira e Lima, 2010; Silva *et al.*, 2024; Andres, 2024; Souza *et al.*, 2025). A intensidade treinaria a qualidade da corrida, portanto a melhora de 1) $VO_2máx$ seria conquistada como treinos curtos e repetidos em velocidade superior àquela da prova, ou seja “tiros” intervalados, por exemplo 10 x 400m

ou 6 x 800 m; 2) capacidade cardiovascular e adaptação às variações de cadência da prova, substancializados em treinos críticos dada a realização de corridas contínuas de 20 a 40 minutos no limiar do nível de lactato, denominados de treinos *tempo run* ou *threshold* (Vuorimaa *et al.*, 2008; Ingham, Fudge e Pringle, 2012; Tanner, Nielsen e Allgrove, 2014; Johnson *et al.*, 2024; Listiandi *et al.*, 2025; Kelemen, Benczenleitner e Tóth, 2025); e 3) cadência de prova, realização de longas distâncias na exigência da prova, por exemplo, 3 x 3.000 km (Pallotta, Herdies e Gonçalves, 2015; Simões, 2016; Correia-Oliveira e Kiss, 2019; Franco-Alvarenga *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2023; Novakoski, 2023).

Acessoriamente, treinos de força e mobilidade deveriam ser realizados. A prática de musculação, duas sessões semanais, priorizando exercícios compostos, por exemplo, levantamento terra e agachamento, tenderiam a aumentar a potência e resistência musculares (Silva, 2011; Grecco, 2012; Ribeiro, 2016; Silva, 2022; Passos *et al.*, 2022). A pliometria poderia ser utilizada para potencializar a elasticidade e economia de corrida (Francischini, 2017; Manechini, 2017; Berton, 2020; Andres, 2024), especialmente se combinada aos treinos para manutenção de postura (Deprá, 2004; Paula, 2009; Guimarães, 2016; Barros e Souza Júnior, 2022; Brasil, 2024; Mortale, 2024; Teixeira *et al.*, 2025), o que seria fundamental à eficiência dos movimentos nos quilômetros finais.

Necessário seria, também, planejar a recuperação com alternância entre atividades de baixo impacto e intensidade leve como corrida (Ortiz *et al.*, 2003; Lima, Lima e Lima, 2008; Albuquerque *et al.*, 2025), ciclismo (Pioner, 2018; Nardi *et al.*, 2021; Gomes, Lopes e Carvalho, 2022) e natação (Pazin *et al.*, 2008; Silva, 2020; Medeiros, 2022). Isso deveria ser combinado ao regime de sono para potencializar a recuperação muscular e consolidação as adaptações advindas da periodização (Oliveira *et al.*, 2011; Cruz, Franco e Esteves, 2017; Bernardi *et al.*, 2023; Albuquerque *et al.*, 2025). O conjunto de considerações não se sobreporia às limitações genéticas (Prud'Homme *et al.*, 1984; Bouchard *et al.*, 1986; Simoneau *et al.*, 1986; Santos, Araújo e Leonardeli, 2025; Lima, Beck e Maynard, 2025) ou de disponibilidades ao treinamento, tais como temporais, pecuniárias, ambientais, tecnológicas, culturais e capital humano (Bosscher *et al.*, 2006; Oliveira, Bavaresco e Carvalho, 2019; Everton *et al.*, 2024; Alves *et al.*, 2025; Junior, 2025).

Matematicamente, a influência dessas mudanças foi simulada, em (I) a probabilidade diminuiria simultaneamente ao aumento do desempenho desejado. O volume e a consistência do treinamento elevariam a chance de ocorrência de todas as metas, impactando $\beta_0 \approx 0,06$ para $\beta_0 = -1,00$, como consequência para $\Delta T = 11$ min e $\Delta T = 26$ min,

nessa ordem, as chances seriam 41,97% e 10,63% (Tabela 3). A evolução positiva na qualidade e eficiência da prescrição atenuaria a penalização das metas ambiciosas, pela redução de β_1 (= 0,06), portanto a curva deteria menor inclinação, tornando-se mais achatada, identificando maiores probabilidades de ocorrência de melhoras amplas no desempenho. E conjugação de ambos os coeficientes resultaria em $p(36 \text{ min}) = 23,87\%$ (Tabela 3).

Tabela 3: Probabilidades de Alcance das Metas ($p(\Delta T)$) Original e Simuladas.

Meta	ΔT	$p(\Delta T)$	$p(\Delta T), \beta_0 = -1,00$	$p(\Delta T), \beta_1 = 0,06$	$p(\Delta T), \beta_0 = -1,00 \text{ e } \beta_1 = 0,06$
2h15	11	20,00	41,97	32,69	58,42
2h00	26	3,95	10,63	16,49	36,35
1h50	36	1,22	3,44	9,78	23,87
1h40	46	0,37	1,06	5,61	14,68
1h30	56	0,11	0,32	3,16	8,63
1h20	66	0,03	0,10	1,76	4,93
1h10	76	0,01	0,03	0,97	2,77

Fonte: Os Autores (2026).

Para favorecimento da comparação, a média de atletas amadores teria a evolução do desempenho modelada com $\beta_0 = -0,80$ e $\beta_1 = 0,08$, originando (V), a de atletas intermediários, ainda não profissionais, com $\beta_0 = -1,50$ e $\beta_1 = 0,05$, possibilitando a existência de (VI). Em todas as situações das metas originais, as probabilidades seriam favoráveis ao segundo grupo (Tabela 4), o qual estaria demasiadamente distanciado do atleta original.

$$p_A(\Delta T) = \frac{1}{1 + e^{(-0,80+0,08.\Delta T)}} \quad (V)$$

$$p_I(\Delta T) = \frac{1}{1 + e^{(-1,50+0,05.\Delta T)}} \quad (VI)$$

A especificidade e periodização anulariam a consideração de evolução linear, a qual seria, essencialmente, aproximação grosseira, o que fragilizaria o efeito probabilístico do processo de evolução. Em última análise, a não linearidade adicionada potencializaria as estimativas de probabilidade das metas específicas, o que foi substancializado pelo termo quadrático (VII), tendo $\beta_2 < 0$ como parâmetro da zona ideal de evolução do desempenho. Muito embora, compulsoriamente, o limite fisiológico (Paiva, 2002; Fernandes, 2015; Serpa *et al.*, 2025) deveria ser expresso matematicamente (VIII), o que criaria um platô de

evolução. Biologicamente representaria o limite genético do atleta, então se $\Delta T_{\max} = 55$ min e $\gamma = 0,50$, haveria a impossibilidade física de conclusão de determinada prova de meia-maratona com tempo inferior à 1h31 (91 min).

Tabela 4: Comparação das Probabilidades e Média de Anos Necessários às Metas nos Cenários Simulados.

Meta	ΔT	$p(\Delta T)$	p_A	p_i	$E[\text{Anos}]$	$E_A[\text{Anos}]$	$E_i[\text{Anos}]$
2h15	11	0,20	0,54	0,78	1,25	0,46	0,32
2h00	26	0,03	0,18	0,45	9,50	1,39	0,56
1h50	36	0,01	0,08	0,31	37,50	3,05	0,81
1h40	46	0,00	0,04	0,21	147,00	6,76	1,19
1h30	56	0,00	0,02	0,14	576,00	15,60	1,79
1h20	66	0,00	0,01	0,09	2252,00	34,70	2,66
1h10	76	0,00	0,00	0,06	8803,00	78,10	4,03

Fonte: Os Autores (2026).

$$p(\Delta T) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta T + \beta_2 \cdot (\Delta T)^2}} \quad (\text{VII})$$

$$p(\Delta T) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta T}} \cdot \frac{1}{1 + e^{\gamma \cdot (\Delta T - \Delta T_{\max})}} \quad (\text{VIII})$$

onde: ΔT_{\max} : máxima melhoria possível fisicamente (minutos), moda $\in [50,00; 60,00]$; γ : controle de mudanças abruptas do platô.

Originalmente, a aprendizagem foi ignorada, considerada constante, nada obstante a participação em cada prova intensificaria o aprendizado pelo corredor (IX), contribuindo, portanto, a melhora dos resultados, assim $p(\Delta T)$ acompanharia o número de provas, especialmente, nos períodos de experiência fluida (Fernandes *et al.*, 2014; Del Rosso, 2018; Fernandes *et al.*, 2019; Mattos, 2025). Longitudinalmente, o aprendizado seria amortizado pelos anos de prática, fenômeno denominado *diminishing returns* (Billat *et al.*, 2001; Busso, 2003; Cunha, Ribeiro e Oliveira, 2006; Seiler, 2010; Stöggl e Sperlich, 2015; Tønnessen *et al.*, 2016; Mujika *et al.*, 2018; Weakley, Halson e Mujika, 2022), Lei dos Rendimentos Decrescentes. No contexto do corrente estudo, a melhora de β_0 e β_1 se tornaria progressivamente mais difícil ao longo tempo, exigindo treinos cada vez mais específicos, aumento do volume e especificidade do processo recuperativo (Banister *et al.*, 1975; Marchal *et al.*, 2025).

$$p_n(\Delta T) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0(n) + \beta_1 \cdot \Delta T}} \quad (IX)$$

As considerações matemáticas informaram que na ausência de mudanças severas no regime de treinamento, o custo da prática de meia-maratona não teria retorno adequado nos resultados, tornando administrativa e economicamente inviável a manutenção do comportamento esportivo, particularmente pelo risco de injúrias orgânicas. Adotar a postura recreacional, desprovida de compromisso com metas anulava tal observação, porém não convergiria à demanda do corredor estudado.

Considerações Finais

Objetivando estimar a quantidade de provas necessárias para que um meia-maratonista alcançasse, pela primeira vez, determinados desempenhos temporais, constatou-se que, mantidas as condições atuais, a redução de 26 minutos exigiria a disputa de 38 provas, em média, demandando, aproximadamente, uma década. Entretanto, a simulação demonstrou que a realização de mudanças no processo treinamento, favoreceria a conquista de metas mais ambiciosas, desde que respeitado o limite genético e a curva de aprendizagem. Então, concluiu-se que o modelo atendeu, satisfatoriamente, às demandas solicitadas.

Aos estudos futuros recomenda-se o desenvolvimento de modelo de série temporal multivariada para acompanhar a evolução a cada progressão de treinamento. Ponderar os resultados em razão de variáveis fisiológicas permitirá a criação de índice de desempenho, o que pode ser dotado de característica realista pela individualidade biológica. A realização de novos modelos geométricos anualmente permitirá atualizar as previsões em função das adaptações fisiológicas às mudanças de treinamento.

Referências

- ALBUQUERQUE, AV *et al.* Relato de experiência de corredores de rua: perspectivas de uma Atleta Amadora e de um Atleta Profissional. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 10, p. e09141049623, 2025.
- ALVES, SGR *et al.* Consultoria esportiva e empreendedorismo digital: competências gerenciais do profissional de Educação Física na era das plataformas digitais. **EaD & Tecnologias Digitais na Educação**, v. 13, n. 19, p. 285-293, 2025.

ANDRES, LR. Entendendo a economia de corrida através da biomecânica: uma revisão abrangente. **Revista OWL (OWL Journal) - REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO E EDUCAÇÃO**, v. 2, n. 4, p. 38-53, 2024.

ANDRES, LR. Potencialização da performance de corrida por meio de exercícios pliométricos: uma revisão abrangente. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 5, n. 8, e585493, 2024.

ANDRÉS, LR. Treinamento de força e sua periodização na corrida. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 1, p. 2272-2285, 2024.

ARAUJO, AFE; PEREIRA, AAS. O impacto da suplementação de carboidratos no desempenho esportivo de atletas de corrida. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 6, e9614649078, 2025.

BANISTER, EW *et al.* A systems model of training for athletic performance. **Australian Journal of Sports Medicine**, v. 7, p. 57–61, 1975.

BARBOSA, IO *et al.* O impacto da corrida de rua na saúde física e mental de praticantes amadores de Rio Branco–Acre. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 8, n. 19, e082531, 2025.

BARROS, AF; SOUZA JUNIOR, RA. Física da corrida–biomecânica e arrasto. **Caderno Intersaberes**, v. 11, n. 34, p. 55-70, 2022.

BERNARDI, BS *et al.* Modalidades off-road, implicações fisiológicas na saúde do atleta: uma revisão integrativa da literatura. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. 20-30, 2023.

BERTON, RPB. **Efeitos do levantamento de peso olímpico e da pliometria no desempenho dos saltos verticais e da velocidade de corrida**. Tese (Doutorado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2020.

BERTUZZI, RCM *et al.* É possível determinar a economia de corrida através do teste progressivo até a exaustão? **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 24, n. 3, p. 373-378, 2010.

BILLAT, VL *et al.* Training and bioenergetic characteristics in elite male and female kenyan runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 2, p. 297-304, 2001.

BOSSCHER, V *et al.* A conceptual framework for analysing sports policy factors leading to international sporting success. **European Sport Management Quarterly**, v. 6, n. 2, p. 185-215, 2006.

BOUCHARD, C *et al.* Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 18, p. 639-646, 1986.

BRASIL, FD *et al.* **Interferência cognitiva-motora na corrida**: efeitos sobre a cinemática de corredores e não corredores. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Programa de Pós-graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas. Universidade Federal do Pampa. Uruguaiana (RS), 2024.

BRITO, DF *et al.* Probabilidades ao planejamento de escolas esportivas: unidades e matrículas. **Revista Presença**, v. 11, n. 26, p. 229-246, 2025.

BUSSO, T. Variable dose-response relationship between training load and performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 7, p. 118-1195, 2003.

CARVALHO JUNIOR, S *et al.* Análise de sobrevivência e regime de lesões em maratonistas. **Revista Presença**, v. 11, n. 26, p. 169-183, 2025.

CASSIANO, DCO. **Avaliação da taxa de desidratação e das práticas de hidratação em corredores de meia maratona**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) –

Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Santa Cruz (RSN), 2017.

CHAVES, RG; FERREIRA, THN; TAVARES, LD. **Estratégias de recuperação e Controle de carga de treinamento**. São Paulo: CREF4, 2019.

CORREIA-OLIVEIRA, CR; KISS, MAPDM. Estratégia e ritmo de prova em eventos atléticos: diferença entre os termos, mecanismos de regulação e os seus fatores determinantes e influenciadores. **RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 13, n. 81, p. 166-178, 2019.

COSTA, ARS *et al.* A influência dos tipos de pisada com o surgimento de lesões em corredores. **Singular. Saúde e Biológicas**, v. 1, n. 3, p. 6-8, 2022.

CRUZ, I; FRANCO, B; ESTEVES, AM. Qualidade do sono, cronotipo e desempenho em corredores de rua. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 6, p. 483-487, 2017.

CUNHA, GS; RIBEIRO, JL; OLIVEIRA, AR. Overtraining: theories, diagnosis and markers. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 5, p. 267e-271e, 2006.

DEL ROSSO, S. **Predição do desempenho em 10 km por meio de variáveis metabólicas e mecânicas**: influência do nível de desempenho e da potencialização pós-ativação. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Programa Stricto Sensu em Educação Física. Universidade Católica de Brasília. Brasília (DF), 2018.

DEPRA, PP. **Adaptações da geometria da coluna vertebral e do dorso durante a corrida**. Tese (Doutorado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas. Campinas (SP), 2004.

EVANGELISTA, AL. **Treinamento de corrida de rua**. São Paulo: Phorte, 2009.

EVERTON, ANF *et al.* Agrupamento de variáveis de treinamento de ultramaratonistas. **Revista Presença**, v. 10, n. 22, p. 4-20, 2024.

EVERTON, ANF *et al.* Caracterização do praticante de ultramaratona. **Revista Presença**, v. 10, n. 22, p. 21-40, 2024.

FALCÃO, TBC; UVINHA, RR. Por dentro de uma Maratona. **Olimpianos - Journal of Olympic Studies**, v. 3, p. 1-17, 2019.

FERNANDES, AL. Estratégia de Prova: Mecanismo de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos. **ACTA Brasileira do Movimento Humano**, v. 5, n. 2, p. 114-138, 2015.

FERNANDES, MG *et al.* Efeito isolado e combinado do sexo, tipo de esporte e experiência competitiva sobre as habilidades psicológicas. **Educación Física y Ciencia**, v. 21, n. 2, e079, 2019.

FERNANDES, MG *et al.* Efeitos da experiência nas dimensões de intensidade, direção e frequência da ansiedade e autoconfiança competitiva: Um estudo em atletas de desportos individuais e coletivos. **Motricidade**, v. 10, n. 2, p. 81-89, 2014.

FRANCISCHINI, MS. **A influência do treinamento pliométrico na economia de corrida em atletas de endurance**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências do Esporte) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira (SP), 2017.

FRANCO-ALVARENGA, PE *et al.* Determinantes de la estrategia de ritmo en los deportes de resistencia. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 41, n. 1, p. 59-65, 2019.

GOMES, DA; LOPES, KCBB; CARVALHO, LMF. Carboidratos na refeição pré-treino e sua relação com performance física e esportiva: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. e295111537375, 2022.

GRECCO, MV. Como correr 10 km com segurança: exercício versus saúde. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 3, p. 180-187, 2012.

GUGLIELMO, LGA; GRECO, CC; DENADAI, BS. Relação da potência aeróbica máxima e da força muscular com a economia de corrida em atletas de endurance. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p. 53-56, 2005.

GUIMARÃES, LFV. **Análise cinemática no teste incremental de corrida e sua relação com a força e resistência do core**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. Faculdade de Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia (MG), 2016.

INGHAM, SA; FUDGE, BW; PRINGLE, JS. Training distribution, physiological profile, and performance for a male international 1500-m runner. **International journal of sports physiology and performance**, v. 7, n. 2, p. 193-195, 2012.

JOHNSON, LJ *et al.* Well-trained, trained and recreationally trained runners' cognition during a 5km tempo run: a think aloud study. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 22, n. 7, p. 1640-1660, 2024.

JUNIOR, GBV *et al.* Biomecânica da corrida de longa distância. **Revista CPAQV–Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida** Vol, v. 15, n. 3, p. 2, 2023.

JUNIOR, JFCR *et al.* Hipotensão pós-exercício em corredores de meia-maratona (21 km) semiprofissionais em ambiente quente. **RBPFEV-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 19, n. 120, p. 259-266, 2024.

JUNIOR, JFCR. **Efeito de um protocolo curto de aclimação ao calor na recuperação após 10 km de corrida em intensidade autorregulada em ambiente quente**. Tese (Doutorado em Ciências do Esporte) - Programa de Pós-graduação em Ciências do Esporte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), 2025.

JUNIOR, NKM. Periodização do treino. **Educação Física em Revista**, v. 6, n. 2, 2012. Acessado em: 18/10/2025. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/efr/article/view/3166>

KELEMEN, B; BENCZENLEITNER, O; TÓTH, L. Emerging trends in distance running training: Bridging science and empirical insights—A narrative review. **International Journal of Sports Science & Coaching**, p. 17479541251356570, 2025. <https://doi.org/10.1177/17479541251356570>

LEPERS, R; CATTAGNI, T. Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? **Age**, v. 34, n. 3, p. 773-781, 2012.

LIMA, DF; LIMA, MGA; LIMA, RA. Efeito da recuperação ativa versus passiva em programa de exercícios intervalados de predomínio anaeróbico. **Caderno de Educação Física e Esporte**, Marechal Cândido Rondon, v. 7, n. 12, p. 15–22, 2008.

LIMA, FF; BECK, HADP; MAYNARD, DC. A importância da ingestão dos carboidratos por atletas de alta performance em exercícios de endurance. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 4, e1614448597, 2025.

LISTIANDI, AD *et al.* Structured Training Program Assistance to Improve Cardiovascular Endurance (VO2Max) for Recreational Runners. **GANDRUNG: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat**, v. 6, n. 1, p. 2251-2261, 2025.

LOURENÇO, TF. **Estudo de caso e análise crítica das metodologias de treinamento utilizadas para fundista e meio-fundista e maratonista**. Monografia (Bacharelado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas. Campinas (SP), 2005.

MANECHINI, JPV. **Efeitos do treinamento pliométrico em variáveis fisiológicas e neuromusculares de corredores de longa distância.** Dissertação (Mestrado em Reabilitação e Desempenho Funcional) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto (SP), 2017.

MARCHAL, A *et al.* Statistical flaws of the fitness-fatigue sports performance prediction model. **Scientific Reports**, v. 15, n. 1, a.3706, 2025.

MATTOS, BK. **Comparação das respostas fisiológicas e neuromusculares entre sessões de corrida intervalada com e sem inclinação:** efeito do estado de treinamento. Dissertação (Mestrado em Biodinâmica do Desempenho Humano) - Programa de Pós-graduação em Educação Física. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC), 2025.

MEDEIROS, RS. **Treinamento intervalado de alta intensidade aplicado a corredores de rua:** Implicações na performance e na saúde. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia (MG), 2022.

MELO, ES. **Utilização do consumo máximo de oxigênio e do limiar de lactato como preditores do desempenho de corredores amadores em corridas de 5km e meia maratona.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Programa de Pós-graduação em Ciências do Esporte. Faculdade de Educação Física, Fisioterapia e terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), 2011.

MILHOMEM, JVM *et al.* Lesões musculares em corredores de longa distância: Uma revisão de literatura. **Fisioterapia Brasil**, v. 26, n. 5, e2601, 2025. doi: 10.62827/fb.v26i5.1106.

MORAES, A. **RunTech** – aplicativo para o aprimoramento de técnicas de corrida de rua. Dissertação (Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde) – Programa de Pós-graduação Stricto Sensu. Universidade Norte do Paraná. Londrina (PR), 2021.

MORTALE, LA. A física aplicada à corrida: desvendando os princípios científicos. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 5, n. 11, e5115867, 2024.

MUJIK, I *et al.* An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 5, p. 538-561, 2018.

NARDI, TJ *et al.* Peptídeo natriurético cerebral (BNP) e troponinas como biomarcadores de estresse do miocárdio em ciclistas: uma revisão narrativa. **Revista Kinesis**, v. 39, p. 1-15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/2316546463218>

NOVAKOSKI, JA. **Estratégias de ritmo na corrida de montanha:** um estudo do pacing dos atletas no campeonato brasileiro de skyrunning na distância de 50km em Jaraguá do Sul - SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) – Faculdade de Educação Física e Fisioterapia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia (MG), 2023.

OLIVEIRA, JSA; BAVARESCO, G; CARVALHO, MJ. Corrida de São João de Braga: qualidade de serviços e intenções de recomendação dos participantes. **Revista Motrivivência**, v. 31, n. 60, e59941, 2019.

OLIVEIRA, NM. **Diferentes níveis de desidratação e seu impacto na amonemia e desempenho cognitivo-motor no calor.** Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Faculdade de Nutrição. Universidade Federal de Alagoas. Maceió (AL), 2017.

OLIVEIRA, RL *et al.* Nível de stress em corredores de maratona amadores em período de pré-competição. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 19, n. 3, p. 5-13, 2011.

ORTIZ, MJ *et al.* Efeitos do treinamento aeróbio de alta intensidade sobre a economia de corrida em atletas de endurance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 11, n. 3, p. 53-56, 2003.

PAIVA, MCA. **Relação entre a performance da maratona e parâmetros internos e externos da carga**. Dissertação (Doutorado em Ciências do Desporto) – Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto. Porto (Portugal), 2002.

PAIXÃO, AO; VOLTARELLI, VA; BRUM, PC. Influência do exercício físico sobre a proteína de estresse oxidativo Hemoxigenase-1. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 34, n. 3, p. 523-531, 2020.

PALLOTTA, M; HERDIES, DL; GONÇALVES, LGG. Estudo das condições de tempo e conforto térmico no desempenho esportivo aplicado à maratona da cidade do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 2, p. 223-240, 2015.

PASSOS, RP *et al.* Lesão em corredores: aspectos preventivos através do treinamento de força. **Revista CPAQV–Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 14, n. 3, 2022. DOI: 10.36692/v14n3-01R

PAULA, MC. **Análise comparativa das características cinemáticas da coluna durante a marcha e a corrida**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas. Campinas (SP), 2009.

PAZIN, J *et al.* Corredores de rua: características demográficas, treinamento e prevalência de lesões. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 10, n. 3, p. 277-282, 2008.

PEREIRA, RHFA; LIMA, WP. Influência do treinamento de força na economia de corrida em corredores de endurance. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 20, p. 116-136, 2010.

PIONER, JR. **As interferências do exercício físico aeróbico nos níveis séricos do Antígeno Específico Prostático (PSA)**. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (RS), 2018.

PLÁ, EM. **Resposta da fadiga muscular em homens e mulheres treinados após um exercício exaustivo de corrida**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) – Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro (SP), 2022.

POCZTA, J; MALCHROWICZ-MOŚKO, E; FADIGAS, ABM. Age-related motives in mass running events participation. **Olimpianos – Journal of Olympic Studies**, v. 2, n. 1, p. 257-273, 2018.

PRUD'HOMME, D *et al.* Sensitivity of maximal aerobic power to training is genotype dependent. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 16, p. 489-493, 1984.

RAMOS, FA *et al.* Treinamento de força como prevenção de lesões musculares em atletas de corrida de rua: uma revisão literária. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 4, e8184, 2025.

RIBEIRO, RA. **A eficácia do treinamento de força para o aumento do desempenho de corredores de longa distância**. Monografia (Especialização em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), 2016.

ROSS, S. **Probabilidade**: um curso moderno com aplicações. Porto Alegre (RS): Bookman, 2010.

SANTOS, CCB. Corrida de rua: variação da pressão arterial na periodização do treinamento de atletas amadores. **Scire Salutis**, v. 6, n. 1, p. 35-51, 2016.

SANTOS, JLB; ARAÚJO, RD; LEONARDELI, LBS. Contrações espasmódicas voluntárias e neuroplasticidade no movimento humano. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 4, e721, 2025.

SEILER, S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 3, p. 276-291, 2010.

SERPA, GL *et al.* Características antropométricas e fisiológicas de ultramaratonistas amadores. **Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 12, n. 1, p. e15298, 2025.

SILVA, AC. **Efeito da pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) nas Medidas de sono, de treino, de recuperação física e de Desempenho físico de corredores de longa distância.** Tese (Doutorado em Educação Física) – Pós-graduação em Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), 2020.

SILVA, AG. **Agachamento profundo no fortalecimento das estruturas do joelho em praticantes de musculação.** Monografia (Licenciatura em Educação Física) – Universidade Estadual do Pará. Belém (PA), 2011.

SILVA, DMB *et al.* Análise de desempenho dos campeões da maratona internacional de São Paulo. **RBPFEV-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 17, n. 110, p. 317-326, 2023.

SILVA, JF. Treinamento da força em corredores de longa distância: uma revisão sistemática. **RBPFEV-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 16, n. 103, p. 296-304, 2022.

SILVA, JPB *et al.* Efeito do treinamento de força na economia de corrida em corredores de resistência: uma revisão de literatura. **Caderno de Educação Física e Esporte**, v. 22, n. 1, e32681, 2024.

SILVA, KA. **Consumo máximo de oxigênio, economia de corrida e força de membros inferiores:** adaptações de corredores de rua no decorrer de um macrociclo de treino. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-graduação em Educação Física. Universidade Estadual de Londrina. Londrina (PR), 2017.

SILVA, TL; MOREIRA, IA. Avaliação do perfil antropométrico e nutricional de coletores de lixo em treinamento para meia maratona. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 5, n. 28, p. 9, 2011.

SILVEIRA, LR *et al.* Regulação do metabolismo de glicose e ácido graxo no músculo esquelético durante exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 55, p. 303-313, 2011.

SIMÕES, LB. **Respostas fisiológicas e da performance em exercícios de corrida em intensidades máxima e supramáxima.** Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação física) - Instituto de Biociências de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro (SP), 2016.

SIMONEAU, JA *et al.* Inheritance of human skeletal muscle and anaerobic capacity adaptation to high-intensity intermittent training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 7, p. 167-171, 1986.

SIQUEIRA, LO *et al.* Análise de parâmetros bioquímicos séricos e urinários em atletas de meia maratona. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, p. 844-852, 2009.

SOUZA, FR *et al.* Recorde de resistência em 366 maratonas durante 366 Dias: um estudo de caso. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 122, n. 5, p. e20240838, 2025.

SRYDARKIS, MEM. **Yoga e corrida de rua: um par perfeito**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) – Departamento de Educação Física. Centro de Desportos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC), 2018.

STÖGGL, T; SPERLICH, B. The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes. **Frontiers in Physiology**, v. 6, n. 295, 2015. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00295>.

TANAKA, H; SEALS, DR. Endurance exercise performance in masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 55-63, 2008.

TANNER, AV; NIELSEN, BV; ALLGROVE, J. Salivary and plasma cortisol and testosterone responses to interval and tempo runs and a bodyweight-only circuit session in endurance-trained men. **Journal of sports sciences**, v. 32, n. 7, p. 680-689, 2014.

TEIXEIRA, CS *et al.* Influência do exercício físico sobre a postura e a cinemática da corrida. **Revista Eletrônica Saúde e Ciência**, v. XV, n. 1, p. 45-64, 2025.

TØNNESEN, E *et al.* Concurrent development of endurance capacity and explosiveness: training characteristics of world-class nordic combined athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 5, p. 643-651, 2016.

TSCHOPP, M; BRUNNER, F. Erkrankungen und Überlastungsschäden an der unteren Extremität bei Langstreckenläufern. **Zeitschrift für Rheumatologie**, v. 76, n. 5, p. 443–450, 2017.

VUORIMAA, T *et al.* Different hormonal response to continuous and intermittent exercise in middle-distance and marathon runners. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 18, n. 5, p. 565-572, 2008.

WALPOLE, RE *et al.* **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências**. São Paulo: Pearson Universidades, 2008.

WEAKLEY, J; HALSON, SL; MUJIK, I. Overtraining syndrome symptoms and diagnosis in athletes: where is the research? A systematic review. **International journal of sports physiology and performance**, v. 17, n. 5, p. 675-681, 2022.