

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E
DESENVOLVIMENTO NA REGIÃO CENTRO-OESTE

DÉBORA SALVATERRA DE ARAÚJO

VALIDADE DE EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO PARA DESEMPENHO EM
PROVA DE MEIA MARATONA

CAMPO GRANDE – MS

2020

DÉBORA SALVATERRA DE ARAÚJO

**VALIDADE DE EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO PARA DESEMPENHO EM
PROVA DE MEIA MARATONA**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob orientação do Prof. Dr. Jeaser Alves de Almeida.

CAMPO GRANDE - MS

2020

ÉBORA SALVATERRA DE ARAÚJO

VALIDADE DE EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO PARA DESEMPENHO EM PROVA DE MEIA MARATONA

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob orientação do Prof. Dr. Jeaser Alves de Almeida.

A banca examinadora, após a avaliação do trabalho, atribuiu ao candidato o conceito_____.

Campo Grande, de 2020.

BANCA EXAMINADORA

CONCEITO

Prof. Dr. Jeaser Alves de Almeida

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Dedico este trabalho às pessoas que, de alguma forma, me inspiram a ser quem me tornei: minha mãe, Elisabeth; meu pai, Ubaldo; avó Estelvina; avô Hormando; marido, Luiz Otávio e a minha maior inspiração da vida, “Maitá”, meu presente de DEUS.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, porque “[...] dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém”. (Romanos 11:36).

À minha família, em especial aos meus queridos e amados irmãos.

Ao meu marido, fortaleza, amigo, companheiro e maior incentivador de todas as horas. Minha eterna gratidão por tudo.

Ao meu orientador prof. Dr. Jeaser Alves de Almeida, que sempre se fez presente, exigente e, disposto a ensinar. Encerro um ciclo com um imenso aprendizado, e com toda certeza, os créditos também são seus. Meu muito obrigada por todos os ensinamentos compartilhados nesse curto período. Foi um prazer fazer parte do “Almeida et al.”; levarei para toda a vida!

Ao grupo de estudos PENSARE, onde tive meu primeiro contato com a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Desde então, as reuniões me motivaram dia após dia a estudar pesquisa. Muito obrigada a todos os membros do grupo. Ainda mais, em especial à professora Dra. Christianne de Faria Coelho Ravagnani pela disponibilidade em utilizarmos os dados dos atletas do projeto Medalha.

Aos amigos e colegas que conquistei nesse período, e aos que sempre estão ao meu lado. Às minhas alunas pela paciência e compreensão entre meus estudos, trabalho e vida pessoal.

À UFMS, especialmente aos professores que tive a oportunidade de conhecer, membros do Programa de Pós-graduação em Saúde Desenvolvimento da região Centro-Oeste, pelo aprendizado científico.

Sem cada um de vocês, nada disso teria sido possível. Recebam o meu MUITO OBRIGADA!!!

*A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original. (Albert
Einstein)*

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi elaborar e validar uma equação de predição para estimar o tempo em provas de meia-maratona. Vinte e quatro participantes (19 homens, 5 mulheres) corredores de longas distâncias, foram submetidos ao teste incremental para obtenção das variáveis velocidade máxima (V_{\max}) e consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\max}$), e, após, a uma sessão de corrida de 21km para verificar o tempo de desempenho ($t_{21\text{km}}$). Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: G1 idade ($40,3 \pm 8,3$ anos) $n = 14$, para elaboração da equação e G2 idade ($35,9 \pm 8,0$ anos) $n = 10$, validar equação proposta. A regressão linear simples foi utilizada para gerar a equação. A V_{\max} (km/h) foi a variável que mais se associou ao desempenho, portanto, selecionada para estimar o $t_{21\text{km}}$ ($r = -0,89$). A presente equação [$t_{21\text{km}} = (-7,094 \times V_{\max}) + 228,4$], apresentou viabilidade ($r = 0,904$, $R^2 = 0,82$, erro padrão de estimativa = 6,6 e Durbin-Watson = 1,75) e concordância entre os métodos pelo teste de Bland-Altman. Por fim, o desempenho em 21km, a equação do presente estudo e a equação de Gomez-Molina não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$). Portanto, a V_{\max} (km/h) pode ser uma variável com poder preditivo de estimar o tempo em provas de meia-maratona.

Palavras-chave: Corrida; velocidade máxima; equação de predição; desempenho atlético.

ABSTRACT

The aim of the present study was to develop and validate a prediction equation to estimate time in half-marathon events. Twenty-four participants (19 men, 5 women) long distance runners were subjected to the incremental test to obtain the variables maximum speed (V_{max}) and maximum oxygen consumption (VO_{2max}), and, afterwards, a 21km running session to check the performance time (t_{21km}). The participants were randomly divided into two groups: G1 age (40.3 ± 8.3 years) $n = 14$, for elaborating the equation and G2 age (35.9 ± 8.0 years) $n = 10$, validating the proposed equation. Simple linear regression was used to generate the equation. V_{max} (km / h) was the variable that was most associated with performance, therefore, selected to estimate t_{21km} ($r = -0.89$). The present equation [$t_{21km} = (-7,094 \times V_{max}) + 228.4$], showed viability ($r = 0.904$, $R^2 = 0.82$, standard error of estimate = 6.6 and Durbin-Watson = 1.75) and agreement between the methods by the Bland-Altman test. Finally, the 21km performance, the equation of the present study and the Gomez-Molina equation did not present significant differences between them ($p > 0.05$). Therefore, V_{max} (km / h) can be a variable with predictive power to estimate time in half-marathon events.

Keywords: Running; Maximum speed; prediction equation; athletic performance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Histórico da corrida de rua e meia-maratona no mundo.....	14
3.2 Evolução das provas de meia-maratona no Brasil e no Mundo	15
3.3 Ranking Brasileiro de Meia-Maratona	17
3.4 Recordes Mundial de meia-maratona	19
3.5. Princípios do Treinamento Esportivo para Corridas de Resistência.....	21
3.5.1 Periodização de treinamento nas corridas de longa distância	21
3.5.2 Métodos de treinamento em corredores de média e longa distância.....	22
3.5.3. Determinantes ao ritmo de corrida.....	23
3.5.4 Variáveis fisiológicas e desempenho em corridas de resistência.....	25
4. METODOLOGIA	27
4.1 Participantes	27
4.2 Delineamento Experimental.....	27
4.3 Procedimentos de coleta de dados	28
4.3.1 Teste ergoespirométrico incremental	28
4.3.2 Teste de desempenho em meia-maratona.....	28
4.3.3 Elaboração da equação de predição	28
5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
6. RESULTADOS.....	29
7. DISCUSSÃO.....	31

8. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS.....	35

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as provas de corridas de 5km, 10km, 15km, 21km (meia-maratona) e 42km (maratona) apresentaram um aumento significativo no número de participantes, tanto no Brasil quanto no mundo (MALCHROWICZ-MOSKO, 2018; OGUETA, et al., 2018). Entretanto, as provas de meia-maratona aparecem como uma das distâncias mais procuradas para realização de provas entre corredores amadores/recreacionais (KNECHTLE et al., 2016).

Tal crescimento provoca uma maior demanda pelo acompanhamento profissional, de forma a melhorar os treinamentos, controle de carga, periodização bem como ajustes aos calendários de provas. Assim, provas de 21km necessitam de um nível de experiência maior em anos, quando comparadas a provas mais curtas para corredores amadores. Porém, a necessidade e busca pelo melhor rendimento pode ser vista em todos os níveis de competidores, o qual envolve a melhor obtenção de energia por meio de reservas do organismo também a capacidade em resistir à fadiga (ABBISS; LAURSEN, 2008).

Em relação ao treinamento esportivo, há anos a aptidão física e variáveis fisiológicas advindas de um teste ergoespirométrico têm sido investigadas (LONDEREE, 1986; MOLINA et al., 2017). Adicionalmente, Denadai (2004) demonstrou a necessidade de analisar a associação entre variáveis ergoespirométricas e o desempenho de corredores de resistência por meio de regressão múltipla. Portanto, testes incrementais ergoespirométricos apresentam respostas metabólicas, como a medida direta do consumo máximo de oxigênio máximo (VO_{2max}) e da determinação dos limiares ventilatórios (limiar anaeróbio, LA) e ponto de compensação respiratória (RONDON et al., 1998). Assim, permite avaliar o atleta com elevada precisão mediante as intensidades de exercício em que prevalecem o metabolismo aeróbio e anaeróbio, uma vez que pode ser útil na aplicação prática (WOLPERN et al., 2015).

A ergoespirometria determina a capacidade de condicionamento cardiopulmonar do indivíduo de maneira não invasiva, sendo um importante instrumento para individualizar e otimizar treinamentos (HOLLMANN; PRINZ, 1997). No entanto, atualmente essa técnica ainda é pouco utilizada, devido a seu elevado custo, sendo encontrada principalmente em clínicas direcionadas à medicina do esporte, diagnósticos cardiovasculares e respiratórios, necessitando de profissionais capacitados e equipamentos específicos (YAZBEK et al., 1998).

Ainda entre as variáveis de desempenho, a velocidade máxima (V_{max}) tem sido uma variável aplicada por treinadores com alto valor de poder a performance em curtas e longas distâncias (BUCHHEIT et al., 2010). Avaliada tanto por meio de um teste incremental, podendo

seguir protocolos de aplicabilidade mais prática, como esteira convencional (DENADAI; GUGLIELMO; MACHADO, 2004). Assim, ao que foi verificado até o momento, nenhum estudo estimou o tempo de prova de meia-maratona investigando somente a velocidade máxima e o tempo de prova como variáveis preditoras.

Além disso, de acordo com Álvero-Cruz et al. (2020), equações de predição são utilizadas para estimar o desempenho em corridas (tempo da corrida ou tempo final), incluindo provas de meia-maratona. Entretanto, as equações normalmente relacionam variáveis fisiológicas, antropométricas, biomecânicas, dentre outras (HAGAN et al., 1987; RÜST et al., 2011). Dentre as equações validadas e disponíveis na literatura, Molina et al. (2017) destacam-se por produzirem quatro equações utilizando diferentes abordagens (biomecânica, fisiológica, antropométrica e treinamento) para a predição do tempo de meia-maratona.

Adicionalmente, Knechtle et al., (2014) também identificaram uma equação baseada na velocidade de corrida durante os treinamentos e percentual (%) de gordura corporal, obtendo resultados interessantes visto que o coeficiente de determinação dos modelos foi maior nas mulheres ($r^2 = 0,68$) do que nos homens ($r^2 = 0,42$). Contudo, as equações supracitadas utilizaram a regressão linear múltipla, o que necessita de duas ou mais variáveis para estimar o tempo de desempenho. Entretanto, torna-se interessante observar possibilidades ainda mais práticas no campo do treinamento esportivo para o público de corredores amadores.

Portanto, devido ao aumento no número de corredores recreacionais em busca de práticas de provas de meia-maratona, elevado custo de uma avaliação ergoespirométrica e necessidade de elementos que auxiliem a prescrição do treinamento, torna-se fundamental o desenvolvimento de métodos e estratégias que auxiliem de forma prática os profissionais do treinamento esportivo na área das corridas de longa distância.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar e validar uma equação de predição para estimar o tempo de desempenho em provas de meia maratona.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar qual variável proveniente de um teste incremental melhor relaciona com o desempenho em provas de meia-maratona;
- Elaborar uma equação de predição por meio de regressão linear simples;
- Comparar o poder de predição da nova equação com demais equações existentes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Histórico da corrida de rua e meia-maratona no mundo

Segundo relatos antigos, a corrida de rua teve sua origem em 490 a.C., quando o soldado ateniense Fidípides teria percorrido pouco mais de 40km até Atenas para entregar a notícia da vitória dos gregos sobre os persas na batalha da maratona. Esse teria sido o evento que levou ao nome e distância oficial de uma maratona (YALOURIS, 2004). De acordo com a Confederação Brasileira de Atletismo (CBAT), em Londres, no ano de 1908, nos jogos olímpicos, a distância da maratona teria sido alterada para (42.195 m); dessa forma, as crianças no *Royal Nursery at Windsor* poderiam acompanhar a linha de partida ainda mais, a prova terminaria na frente da Rainha Alexandra no *White City Stadium*, oeste de Londres, e assim seria oficializada pela Associação Internacional de Federações de Atletismo – IAAF (como permanece até os dias atuais). Logo, no ano de 1896 teria acontecido a primeira maratona olímpica oficial em homenagem ao soldado Fidípides, que foi vencida pelo atleta heroico da época, o grego *Spiridon Louis*.

A meia-maratona foi conquistando seu espaço devido ao crescente aumento de corridas no ano de 1950, tornando-se uma escolha de distância no que se refere a maratona. A corrida de meia-maratona é precisamente a metade do percurso de uma maratona: 13,1094 milhas ou 21,0975 km. Entretanto, não compõe as modalidades esportivas dos jogos olímpicos. Mas, desde 1992, a IAAF realiza campeonatos mundiais de meia-maratona. Segundo a lista da confederação, o primeiro nome a concluir a prova com excelência teria sido Ron Hill em Freckleton em 1965, com o tempo oficial de 1:05:44. Depois, em 1993, o Queniano Moses Tanui foi o primeiro atleta a concluir a prova abaixo de uma hora, marcando 59:47 em Milão. Ainda com o tempo de 1:09:57, a Norueguesa Grete Waitz foi a primeira mulher a correr a distância mais rápida no ano de 1982, em Gotemburgo (IAAF, 2020). No quadro abaixo segue os cinco primeiros campeonatos mundiais oficiais pela IAAF.

Quadro 1 – Primeiros Campeonatos Mundiais de Meia-Maratona

Encontro	Data	Local
1º Campeonato Mundial de Meia Maratona da IAAF	19 de Setembro, 1992	South Shields, Grã-bretanha
2º Campeonato Mundial de Meia Maratona da IAAF	19 de Outubro, 1993	Bruxelles, Bélgica
3º Campeonato Mundial de Meia Maratona da IAAF	24 de Setembro, 1994	Oslo, Noruega
4º Campeonato Mundial de Meia Maratona da IAAF	1º de Outubro, 1995	Montbéliard, França
5º Campeonato Mundial de Meia Maratona da IAAF	29 de Setembro, 1996	Palma de Mallorca, Espanha

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (IAAF).

Desde então, a modalidade segue como uma das distâncias mais praticadas no mundo. Além disso, o último campeonato mundial de meia-maratona aconteceu no dia 17 de outubro de 2020, na Gdynia. A prova ficou marcada, pois, pela primeira vez, um atleta da Uganda conhecido como Jacob Kiplimo venceu e atingiu o novo recorde mundial da prova com a marca de 58:49 (IAAF, 2020).

3.2 Evolução das provas de meia-maratona no Brasil e no Mundo

Nos últimos anos, a corrida de rua aponta um crescimento a nível mundial. No Brasil, é considerada como o segundo esporte mais praticado, depois do futebol, apresentando um aumento significativo de 375 mil no ano de 2000, para 4,5 milhões em 2010 (GONÇALVES, 2012). As provas de meia-maratona nas últimas décadas têm se destacado como uma das modalidades esportivas mais procuradas, inclusive apresentando maior número de inscritos que concluíram as provas em diversos países (KNECHTLE et al., 2016). Segundo a revista “Contrarelógio”, a maior meia-maratona do mundo ocorre na Suécia em Gotemburgo, denominada como meia-maratona “GobeborgsVarvet”, com 64mil inscritos no ano de 2016. Ainda, de acordo com a informação obtida no site *Let’s do this* (2019) outras provas de meia maratona são muito procuradas pelos corredores, como a de Nova York, a grande muralha da China, o desafio das princesas Disney, dentre tantas outras.

Essa ascensão pode estar associada a diversos fatores, como bem-estar, prática ao ar livre, baixo custo, facilidade de acesso a praças, parques e estradas. Também, a modalidade tem sido cada vez mais recomendada por médicos em promoção à saúde como medida preventiva e tratamento de diversas doenças, como hipertensão arterial, diabetes *mellitus*, obesidade e doenças cardiovasculares (ISHIDA et al., 2013; SALGADO; MIKAIL, 2006).

No Brasil, as primeiras corridas de longa distância foram realizadas no estado de São Paulo (SP); a prova dessa época era composta de, no máximo, 60 participantes. Um clássico foi a Volta de SP, ou também conhecida como Taça Estadinho, disputada pela primeira vez em outubro de 1918. Somente homens de 18 a 33 anos poderiam inscrever-se gratuitamente na prova, visto que a distância poderia variar entre 20 e 25km. Depois, em 14 de agosto de 1921, como uma maneira de motivar novos praticantes da modalidade, aconteceu a primeira maratona oficial, a “Maratona Paulista”. Com o tempo de 3:15:15, Roberto Costa concluiu a maratona com a primeira colocação, que teve, na época, a distância de 42,750km.

Curiosamente, o segundo colocado chegando 6 minutos após, teria sido orientado a treinar para provas mais curtas; assim, em 1925, foi o campeão da primeira edição da “Corrida de São Silvestre”, uma das corridas mais prestigiadas do estado de São Paulo e populares no âmbito da corrida de rua (REVISTA CONTRARELÓGIO, 2018). Em 2019, a São Silvestre foi considerada a corrida com maior número de participantes do país correspondendo a um total de 30.500 atletas recreacionais: 20.500 homens e 10.000 mulheres. Ainda, o mesmo estado apresenta o maior número de provas em todas as distâncias, seguido do Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília (CBAT, 2020).

De acordo com o banco de dados da Infogram, as provas de meia-maratona no Brasil, em 2019, ficou em 10º lugar como a distância mais procurada por corredores amadores. Em relação a 2018, cresceu em 4%, sendo a meia-maratona da cidade do Rio de Janeiro a maior em número de participantes do sexo feminino, com 49%, seguida dos 21km na Maratona de São Paulo, a maior prova inaugural do ano com participação de 4.325 mulheres. No quadro abaixo podemos observar o total de provas de meia-maratona realizadas no Brasil no ano de 2018 e 2019, número de participantes homens e mulheres inscritos que concluíram as provas.

Quadro 2 - Total de provas de meia-maratona e participantes concluintes.

Provas	Ano	Homens	Mulheres	Participantes	Homens	Mulheres
191	2019	67%	33%	168.229	113.043	55.186
190	2018	69%	31%	161.523	111.033	50.490

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (Infogram.com).

Algumas provas, como meia-maratona das Cataratas, meia-maratona de Florianópolis e meia-maratona de Noronha são escolhidas pelas belas paisagens, e algumas por compor percursos planos com menos subidas; assim, alguns atletas conseguem alcançar o tão esperado recorde pessoal (RP) nessa distância (TREINUS, 2020).

Quadro 3 - Provas mais procuradas de Meia-Maratona no Brasil e total de participantes 2019.

Prova	Participantes	Homens	Mulheres
Meia do Rio	12.072	6,163	5,909
Runa City SP	8,805	5,325	3,480
Internacional Rio	7,650	5,200	2,450
Internacional São Paulo	5,746	4,454	1,292
Corpore São Paulo	5,047	3,648	1,399

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (Infogram.com).

3.3 Ranking Brasileiro de Meia-Maratona

As corridas de meia-maratona no Brasil, desde 1979 são responsabilidades da Confederação Brasileira de Atletismo (CBAT). Assim, atletas cadastrados pela confederação são apoiados por programas que buscam manter o incentivo e preparação desses atletas brasileiros de alto rendimento e, ainda mais, oferecer um suporte financeiro e garantir os materiais necessários para treinamentos e competições. Bem como, podemos encontrar o ranking desses atletas disponibilizados no site da CBAT, logo abaixo segue o ranking masculino e feminino de meia-maratona do ano de 2019.

Quadro 4 – Ranking Brasileiro Meia-Maratona Masculino, 2019.

Nome	Marca	CBAt	Data	Local
Ederson Vilela Pereira	1:04:30	28160	25/8/2019	Buenos Aires, Argentina
Gilmar Silvestre Lopes	1:04:43	35776	22/6/2019	Rio de Janeiro, Brasil
Giovani dos Santos	1:04:43	45153	18/8/2019	Rio de Janeiro, Brasil
Paulo Roberto de Almeida Paula	1:04:57	10515	7/4/2019	Ílhavo, Portugal
Daniel Chaves da Silva	1:05:08	28616	28/4/2019	Londres, Grã- Bretanha

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (CBAT)

Quadro 5 - Ranking Brasileiro Meia-Maratona Feminino, 2019.

Nome	Marca	CBAt	Data	Local
Valdilene dos Santos Silva	1:15:25	37620	10/3/2019	Nagoya, Japão
Andreia Aparecida Hessel	1:15:48	56818	27/7/2019	Lima, Peru
Simone Ponte Ferraz	1:16:29	31858	28/4/2019	Hamburgo, Alemanha
Rejane Ester Bispo da Silva	1:17:25	19218	22/6/2019	Rio de Janeiro, Brasil
Adriana Aparecida da Silva	1:17:47	9403	28/4/2019	Hamburgo, Alemanha

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (CBAT).

Ainda mais, ranking de meia-maratona masculino e feminino do ano de 2020 pela CBAT.

Quadro 6 – Ranking Brasileiro Meia-Maratona Masculino, 2020.

Nome	Marca	CBAt	Data	Local
Daniel Ferreira do Nascimento	1:04:34	56129	2/2/2020	São Paulo, Brasil
Edson Amaro Arruda dos Santos	1:05:22	33102	23/2/2020	Sevilla, Espanha
Paulo Roberto de Almeida Paula	1:05:24	10515	23/2/2020	Sevilla, Espanha
Gilmar Silvestre Lopes	1:05:35	35776	2/2/2020	São Paulo, Brasil
Giovani dos Santos	1:07:45	45153	2/2/2020	São Paulo, Brasil

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (CBAT).

Quadro 7 – Ranking Brasileiro de Meia-Maratona Feminino, 2020.

Nome	Marca	CBAt	Data	Local
Rejane Ester Bispo da Silva	1:18:40	19218	2/2/2020	São Paulo, Brasil
Maria Silvania da Silva	1:32:43	64046	2/2/2020	São Paulo, Brasil

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (CBAT).

3.4 Recordes Mundial de meia-maratona

É considerado recorde mundial quando se atinge ou supera uma marca considerada como recorde a nível mundial registrado anteriormente. No quadro abaixo segue a lista das últimas cinco marcas de recordes mundiais em meia-maratona masculino pela IAAF.

Quadro 8 – Ranking Mundial Meia-Maratona Melhores Marcas Atletas Masculino IAAF.

Atleta	Marca	Data	Local
Kibiwott Kandie	57:32	06/12/2020	Valência, Espanha,
Geoffrey Kamworor	58:01	15/9/2019	Copenhagen, Dinamarca
Abraham Kiptum	58:18	28/10/2018	Valência, Espanha
Jemal Yimer Mekonnen	58:33	28/10/2018	Valência, Espanha
Abadi Hadis	58:44	28/10/2018	Valência, Espanha

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (IAAF).

Abaixo quadro com as últimas cinco marcas de recordes mundiais de meia-maratona feminino pela IAAF.

Quadro 9 – Recordes Mundial Meia-Maratona Melhores Marcas Atletas Feminino IAAF.

Atleta	Marca	Data	Local
Ababel Yeshaneh	1:04:31	21/2/2020	Ras Al Khaimah, Emirados Árabes Unidos
Brigid Kosgei	1:04:28	8/9/2019	South Shields, Inglaterra
Sifan Hassan	1:05:15	16/9/2018	København, Dinamarca
Violah Jepchumba	1:05:22	1/4/2017	Praha, Czecha Republic
Netsanet Gudeta	1:05:45	8/2/2019	Ras Al Khaimah, Emirados Árabes Unidos

Fonte: Produzida pelo autor com base nos dados (IAAF).

O tempo médio em uma meia-maratona pode variar entre corredores amadores, uma pesquisa realizada no Reino Unido apontou a média geral de chegada dos corredores em 2h02min43sg. Entre os homens o tempo médio é, 1h55min26seg para as mulheres 2h11min57seg (42K PELO MUNDO).

3.5. Princípios do Treinamento Esportivo para Corridas de Resistência

3.5.1 Periodização de treinamento nas corridas de longa distância

A periodização em atletas de *endurance* é aplicada desde a década de 1960 por Matveyev, a qual envolve programas de treinamento considerando condições que influenciam no desempenho (OLIVEIRA et al., 2005). A resistência em corredores é estabelecida pela capacidade do indivíduo em sustentar uma determinada velocidade pelo maior tempo permitido. O progresso de uma performance de alto rendimento pode estar relacionado a adaptações e novos estímulos do sistema cardiovascular, pulmonar e neuromuscular (BARBANTI; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2004; CARTER; JONES, 2000).

Ainda, o condicionamento de um corredor está relacionado a um longo processo de adaptações entre volume, intensidade e respostas individualizadas (ASTORINO et al., 2011). No entanto, a falta de condicionamento durante uma corrida de curta ou longa duração pode estar associada a fatores como a fadiga muscular, processo onde ocorre a redução da capacidade muscular em gerar potência (FITTS, 2008). Porém, o volume excessivo de estímulo compromete a periodização do atleta, visto que a recuperação entre as sessões de treinamento é necessária para restaurar as capacidades treinadas. A importância da recuperação está relacionada à intensidade e volume de treinamento, idade e sexo (DA SILVA et al., 2005). Entretanto, atletas nem sempre se submetem ao período de recuperação entre os treinos; além disso, pode haver ainda mais futuras lesões num período maior de afastamento das atividades (BROWN; DONALDSON; WYATT, 2013).

Durante anos, programas de treinamento foram distintos entre homens e mulheres. Acreditava-se que as periodizações de treinos deveriam ser diferentes pelo sexo, visto que o sexo feminino necessita de maiores intervalos de recuperação devido a diferenças ligadas ao sistema endócrino (BURQUE, 1977). No entanto, evidências demonstram que ambos os sexos

respondem ao treinamento de forma similar (UUSITALO; UUSITALO, A.J; RUSKO, 1998; BONADUCE, et al., 1998).

3.5.2 Métodos de treinamento em corredores de média e longa distância

O treinamento para corridas de resistência exige do atleta treinos com características específicas que visam ao máximo desempenho. Além disso, diversas técnicas de treinamento são aplicadas para otimizar o desempenho da capacidade aeróbia; com isso, os diferentes tipos de métodos de treino são determinantes para o êxito do processo de treinamento (BORIN; MOURA; PRESTES, 2007). Assim, os métodos de treinamento são definidos em método de treinamento intervalado ou fracionado, método contínuo (JONES; MCNAUGHTON; MIDGLEY, 2007; MIDGLEY, 2006, 2007;) e método polarizado (MUÑOZ et al., 2014).

O método intervalado é aplicado em corridas de curta duração em intensidades máximas ou submáximas repetitivas, intercalada entre períodos rápidos (segundos) ou longos (minutos) com intervalos de recuperação ativos ou inativos (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Também é caracterizado como método intervalado intensivo (maior intensidade e menor duração) e método intervalado extensivo (menor intensidade e maior duração). Ainda, os programas de treinamento intervalado podem melhorar tanto o desempenho aeróbio e anaeróbio (DENHAM; FEROS; O'BRIEN, 2015). Koral et al. (2018) avaliaram o treinamento intervalado durante duas semanas por meio do teste de campo de 3.000m, concluindo ser um método eficiente ao desempenho de atletas treinados. De acordo com Billat (2001), esse tipo de treinamento é utilizado desde o ano de 1950 pelos fisiologistas Reindell e Roskamm. Desde então, a procura pelo método apresentou um aumento significativo em busca de melhora nas capacidades fisiológicas, logo ao desempenho de corredores (LAURSEN et al., 2002; HOPKINS; PATON, 2004).

Em relação ao treinamento contínuo, é considerado um método aplicado à melhora da capacidade aeróbia e, por conseguinte, a corredores de média e longa distância (SANTOS, 2016). Essa metodologia é caracterizada por um alto volume de treino ininterrupto, ou seja, um esforço constante sem intervalos de recuperação durante um prolongado período. De acordo com Bradbury et al. (2020), o treinamento pode variar entre método contínuo extensivo (aumento do volume e baixa intensidade) e método contínuo intensivo (baixo volume e alta intensidade). Além disso, a intensidade do exercício se diferencia entre baixa, moderada e alta. Visto que esse método é mais utilizado em indivíduos no período inicial da prática esportiva,

essa relação pode estar associada à consequência de ganho do VO_{2max} e limiar de lactato (LL) de corredores (GAESSER; POOLE, 1985). Também, o *fartlek* é considerado um método eficaz tanto para atletas iniciantes quanto para experientes. Definido como uma corrida mais forte, predeterminada em um curto período, seguido de um esforço moderado (HAMILTON; SORACE, 2018).

Hottenrott, Ludyga, Schulze (2012) investigaram os efeitos de dois programas de treinamento: método intervalado (alta intensidade) e método de resistência contínua. Assim, divididos dois grupos entre homens e mulheres treinados, testaram se os participantes eram aptos a concluir uma meia-maratona ou não, após o período de intervenção de 12 semanas. Contudo, a diferença entre os métodos de treinamento e o desempenho em meia-maratona não foi significativa; portanto, os corredores, optando ao método de resistência contínua ou treino intervalado combinado a uma corrida contínua, apresentariam a mesma aptidão aeróbia. Bonet et al. (2020) compararam o poder de desempenho em meia-maratona aplicando os programas de treinamento intervalado e contínuo. Assim, não foi observada diferença significativa ao desempenho em meia-maratona, porém os corredores do grupo intervalado apresentaram menor tempo total em prova.

Além disso, o método polarizado também é um tipo de treinamento que vem sendo muito pesquisado, e utilizado por treinadores em diferentes zonas de condicionamento. Caracterizado por um modelo não linear pois, consiste que o indivíduo trabalhe ritmos baixos e fortes, ou seja, abaixo do limiar aeróbio ou acima do limiar anaeróbio evitando ritmos intermediários (SEILER; KJERLAND, 2006; ESTEVE-LANAO et al., 2005). Uma revisão sistemática selecionou sete estudos com modelos de treinamento polarizado, apontando o método como eficaz ao desempenho de indivíduos já treinados. Ainda mais, que o modelo de treinamento necessita de mais evidências científicas para a compor a literatura (HYDREN; COHEN, 2015).

3.5.3. Determinantes ao ritmo de corrida

O ritmo em uma prova de média ou longa distância está relacionado à velocidade durante toda uma corrida, envolvendo fatores como reserva energética e potência (NOAKES; TUCKER, 2009). Ainda, até o ano de 1921 o ritmo era conhecido como quadro de marcha (LAMBERT; NOAKES; TUCKER, 2006). Atualmente, com o crescente número de adeptos a corrida de rua, atletas recreacionais e de alto rendimento almejam um melhor desempenho em

tempo de prova, atingir recordes pessoais e manter um bom ritmo durante uma corrida (ALVERO-CRUZ, 2019). Assim, estratégias são necessárias para atingir um melhor desempenho e, em meio a isso, alguns fatores têm se mostrado eficazes.

Nesse contexto, as fibras musculares são constantemente investigadas, sendo divididas em três classes. As fibras tipo I, conhecidas pela contração lenta e alta capacidade do metabolismo aeróbio, têm maior resistência à fadiga quando comparadas com as outras, ainda podendo resultar em uma V_{max} mais baixa (BOTTINELLI et al., 1994). Fibras tipo IIx, com contração rápida e capacidade restrita ao metabolismo aeróbio, são menos resistentes à fadiga. Por fim, fibras tipo IIa, conhecidas como fibras intermediárias, que são uma combinação de características das fibras tipo I e fibras tipo IIx. (COYLE et al., 1992).

Wilber e Pitsiladis (2012) investigaram fatores que poderiam desvendar o desempenho dos corredores quenianos e etíopes, atualmente atletas que lideram os pódios mundiais em provas de curta, média e longa distância. O estudo analisou variáveis fisiológicas, rotina de treinos, alimentação, fatores socioeconômicos, tipo de fibra muscular, entre outros. Contudo, as análises não enaltecem nenhuma variável ou característica determinante da performance desses atletas. Entretanto, relacionou o sucesso desses indivíduos a fatores biomecânicos devido à anatomia das pernas alongadas, ainda mais a boa resistência por percorrerem longas distâncias desde a infância em altitudes elevadas e ainda a fatores socioeconômicos, por terem na corrida uma oportunidade de crescimento profissional.

O ritmo durante uma corrida tem sido associado a fatores como idade e sexo (MARCH et al., 2011). Bem como, foram ligados ao desempenho idade, sexo e nacionalidade em corredores das distâncias de 10km, 21km, maratona e ultramaratona (100km). Em suma, os melhores ritmos estavam relacionados ao país do Quênia e Etiópia nos 10 km, meia-maratona e maratona; porém, na ultramaratona, Japão e Rússia foram os mais rápidos, sendo relacionado ao homem o melhor desempenho em todas as distâncias e ainda, aos corredores mais jovens da África Oriental, Etiópia e Quênia um melhor desempenho em meia-maratona. (KNECHTLE; NIKOLAIDIS; ONYWERA, 2016). Também, o tempo em meia-maratona foi relacionado a idade e sexo de recordistas mundiais. Logo, descoberto que, as mulheres atingem seu melhor desempenho em provas comparadas aos homens, entre a idade de 23 a 24 anos, em relação a idade não houve diferença significativa ao desempenho. Além disso, as mulheres apresentaram um aumento no desempenho com o avanço da idade, quase semelhante ao sexo masculino (NIKOLAIDIS et al., 2018). Além disso, o estudo de Nikolaidis et al., (2019) analisou a relação entre a idade, desempenho e ritmo em meia-maratona, e mostrou que o ritmo durante 21km é

constante na maioria das faixas etárias, e que os homens eram mais velhos e rápidos comparado as mulheres. Ainda mais, em ambos os sexos o grupo mais rápido foi o mais jovem.

3.5.4 Variáveis fisiológicas e desempenho em corridas de resistência

Há anos, a literatura vem associando o desempenho de corredores de média e longa distância à mensuração de variáveis fisiológicas, tais como VO_{2max} e V_{max} obtidas por meio de uma ergoespirometria. O consumo máximo de oxigênio está diretamente relacionado ao desempenho (NIKOLAIDIS et al., 2019), sendo o parâmetro fisiológico mais preciso para indicar a potência aeróbia. Porém, quando estudado de forma isolada, apresenta baixo indicador de desempenho (DENADAI; MELLO; ORTIZ, 2004). Ainda mais, limiar anaeróbio (LA) determinado pelo lactato sanguíneo representa melhor a capacidade aeróbia (CAPUTO et al., 2009), por conseguinte relacionado ao desempenho de provas de resistência (SCHUETZ et al., 1995).

Neste sentido, parece que a utilização de variáveis específicas pode influenciar a prescrição do treinamento. Segundo Mclaughlin et al. (2010), V_{max} é definida como a maior velocidade atingida ou a mais alta velocidade mantida por um minuto, podendo ser obtida por meio de um teste incremental ou teste de campo. Machado et al. (2013) investigou a relação da V_{max} com diferentes protocolos de duração em esteira para prever o desempenho em corridas de resistência. Assim, observou que o protocolo de 3 minutos de duração para V_{max} apresentou alta correlação com o desempenho nas corridas de 5km ($r=0,95$) e 10km ($r=0,92$). Ainda, Noakes; Myburgh e Schall (1990) investigaram a V_{max} , o VO_{2max} e a velocidade do limiar de lactato (VLL), obtidos em teste de esteira, também no tempo total das distâncias de 10 a 90km. A amostra foi composta por 20 corredores de maratona e 23 de ultramaratona; contudo, a V_{max} demonstrou o maior poder de correlação ($r=0,88 - 0,94$) em todas as distâncias, exceto na maratona (42,195 km). Além disso, a velocidade em que o VO_{2max} é atingido (vVO_{2max}) também apresenta ser um relevante preditor ao desempenho em corridas de resistência (MCLAUGHLIN et al., 2010).

A ergoespirometria ou teste cardiopulmonar é definido como um método tecnológico moderno que permite mensurar parâmetros respiratórios e metabólicos, relacionado a respostas cardiovasculares, ainda muito utilizado pela medicina esportiva para avaliar o desempenho de atletas (HOLMAN; PRINZ, 1997). O esforço durante o exercício é uma técnica que vem sendo investigada desde 1929, porém, somente a partir de 1955 o consumo máximo de oxigênio, considerado um dos parâmetros mais relevantes relacionados à capacidade do indivíduo em realizar exercícios moderados ou intensos, pôde ser mensurado (BUSKIRK; HENSCHEL; TAYLOR, 1955). Logo, em 1964, foi medido o LA responsável pela transição entre os

metabolismos aeróbio e anaeróbio (WASSERMAN et al., 1973). Atualmente, os testes são realizados em diferentes ergômetros, variando de modalidade esportiva do atleta, bem como esteira, cicloergômetro e remoergômetro (DWORAK, 2010; HERNESNIEMI et al., 2020). Inclusive, esses equipamentos permitem medir o fluxo respiratório, concentração de oxigênio, concentração de dióxido de carbono e, por conseguinte, diferenças inspiratórias e expiratórias dos gases (SILVA & TORRES, 2002).

Há, ainda, o teste de protocolo de rampa considerado padrão ouro, pois identifica com maior exatidão as fases metabólicas durante sua execução (REIS, 2019). Além disso, a duração do teste deve ocorrer entre oito minutos e não ultrapassar 17, visto que esse protocolo identifica o verdadeiro valor do consumo máximo de oxigênio, independente do ergômetro (BUCHFUEHRER et al., 1983). Assim, estudos buscando respostas metabólicas e cardiopulmonares obtidos por meio de uma ergoespirometria estão cada vez mais sendo realizados (BONET et al, 2020; FALZ et al., 2019).

4. METODOLOGIA

4.1 Participantes

A amostra foi composta por um total de 24 participantes, 19 homens e 5 mulheres, treinados e experientes em corridas de longa distância ($4,9 \pm 1,9$ anos de experiência), integrantes do Projeto MEDALHA da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Assim, foram incluídos atletas com volume semanal maior que 20km e que possuíam experiências em corridas de longa distância ($> 21\text{km}$) nos últimos 12 meses. Os critérios de exclusão foram lesões ortopédicas que impedissem a realização dos procedimentos, doenças cardiometabólicas ou a não conclusão de alguma etapa do estudo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (parecer n. 2.409.248). As características dos participantes estão dispostas na tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos participantes do estudo expressos em média Desvio Padrão (\pm DP)

	<i>Idade</i> (anos)	<i>Massa Corporal</i> (kg)	<i>Estatura</i> (m)	<i>IMC</i> (kg/m ²)	<i>VO_{2max}</i> (mL/kg/min)	<i>V_{max}</i> (km/h)	<i>Tempo 21km</i> (min)
G1	40,3	67,8	1,71	23,3	57,6	18,3	98,9
	$\pm 8,3$	$\pm 8,5$	$\pm 0,06$	$\pm 2,7$	$\pm 8,3$	$\pm 1,8$	$\pm 12,03$
G2	35,9	67,9	1,72	22,9	58,7	17,8	103,04
	$\pm 8,0$	$\pm 9,9$	$\pm 0,11$	$\pm 1,6$	$\pm 8,2$	$\pm 2,2$	$\pm 16,3$

4.2 Delineamento Experimental

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, transversal tipo analítica e amostragem dividida de forma randomizada. Os atletas realizaram uma visita ao laboratório, seguido de anamnese para coleta de dados, avaliação física e demais avaliações do Projeto Medalha. Após isso, os atletas foram submetidos a um teste incremental máximo para obtenção de variáveis ergoespirométricas. Em outra sessão, uma corrida de meia-maratona foi aplicada para avaliar o tempo de desempenho (t21km).

4.3 Procedimentos de coleta de dados

4.3.1 Teste ergoespirométrico incremental

O teste ergoespirométrico incremental foi realizado no laboratório da UFMS, em esteira da marca Imbramed Millenium Super ATL (Porto Alegre, Brasil). Foi aplicado protocolo escalonado com inclinação fixa de 1%, velocidade inicial de 6km/h e incrementos de 1,5 km/h a cada 2 minutos, até a exaustão voluntária de cada participante, ou seja, quando o atleta referia não ter mais condições de continuar o teste. As variáveis selecionadas foram (V_{\max} e $VO_{2\max}$) utilizando a média de 20 segundos de cada estágio. O equipamento foi devidamente calibrado antes de cada teste e operado por um técnico experiente.

4.3.2 Teste de desempenho em meia-maratona

A corrida de 21km ocorreu às 7h em uma estrada de chão batido, inclinação média de 0,30%, temperatura 23° C e umidade relativa do ar em 40%. O trajeto foi marcado previamente por meio de odômetro veicular, bem como um sinalizador de GPS em um teste prévio. Os atletas foram instruídos a padronizarem o café da manhã que antecedia a prova por uma nutricionista ainda, a realizar seu melhor desempenho durante toda a corrida. O fornecimento de água foi aos 5km, 10km e 15km e cada atleta foi monitorado individualmente por meio de um GPS (Garmin 235).

4.3.3 Elaboração da equação de predição

Após sorteio aleatório, os participantes foram divididos da seguinte maneira: **Grupo 1 (G1)** N= 14 / 12 homens e 2 mulheres: Elaborar equação por meio de regressão linear simples com o tempo de corrida de 21km (t_{21km}) e a V_{\max} , obtida por meio do teste incremental. **Grupo 2 (G2)** N= 10 / 7 homens e 3 mulheres: Validar a equação gerada pelo G1 em outro grupo de corredores. Por conseguinte, comparar o poder da presente equação com a equação existente de Gómez Molina [$\text{Tempo 21km (min)} = 180,86 - (2,81 * v_{\max}) - (2,77 * v_{\text{limiar}})$], escolhido como estudo referência por apresentar quatro equações com forte correlação ao desempenho.

5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados estão expressos em média e desvio padrão (DP). A técnica de regressão linear simples foi aplicada para gerar a equação de predição do t21km, utilizando a variável V_{\max} e tempo de desempenho. Para o modelo de regressão, os testes de correlação de Pearson e Durbin-Watson foram adotados para verificar a viabilidade da equação. Após, a análise de variância foi utilizada para confirmação. Por fim, o método de Bland-Altman foi aplicado para determinar o nível de concordância entre as variáveis (V_{\max} x t21km).

6. RESULTADOS

As características gerais dos participantes estão demonstradas na tabela 1. Dentre as variáveis obtidas pelo teste ergoespirométrico, a que mais se relacionou com o desempenho de prova de 21km foi a V_{\max} ($r = -0,89$), a qual foi selecionada para gerar a equação preditiva (G1) (Figura 2). Assim, a regressão linear simples foi gerada para estimar o tempo de prova em 21km [$t_{21km} = (-7,094 \times V_{\max}) + 228,4$].

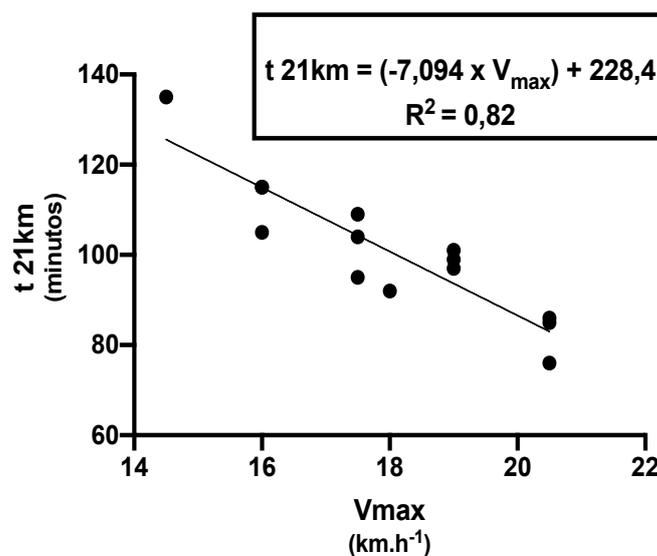


Figura 1. Regressão linear entre V_{\max} e tempo de 21km dos participantes do G1.

Após ter sido considerada viável ($r=0,904$, $R^2=0,82$, erro padrão de estimativa = 6,6 e Durbinp-Watson = 1,75), a equação foi aplicada no G2 (grupo para validação). Além disso, a técnica de Bland-Altman mostrou concordância entre os dados verificados, sugerindo a viabilidade de aplicação da equação (Figura 3).

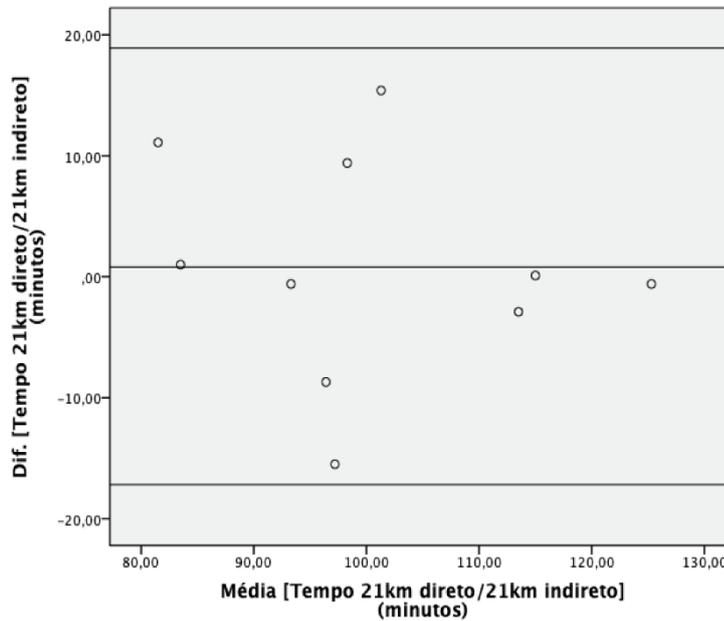


Figura 2. Bland-Altman comparando o limite de concordância entre o tempo previsto e a média do tempo real de 21km.

Ao final, os resultados obtidos no teste de 21km foram comparados com o estimado pela equação do estudo (equação Salvaterra) e com a equação de Gomez-Molina (Figura 3), mas não foram observadas diferenças significativas entre os métodos indiretos e o medido [$F = (2, 27) = 0,05$, $p = 0,95$].

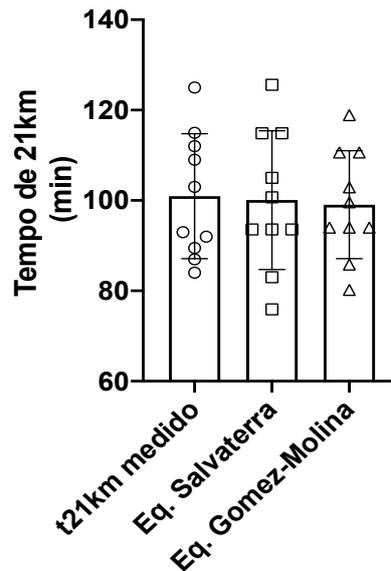


Figura 3. Gráfico de Barras, ○Tempo medido, □ equação do presente estudo, △ equação Gomez-Molina.

7. DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi a alta correlação inversa entre a V_{\max} com o tempo de desempenho em meia-maratona ($r = 0,904$). Assim, a regressão linear simples correlacionou que, quanto maior a V_{\max} do atleta, menor foi seu tempo de desempenho. Logo, a equação de predição [$t_{21km} = (-7,094 \times V_{\max}) + 228,4$] explicou o t_{21km} ($R^2 = 0,82$) quando aplicada nos integrantes do G1. Os dados encontrados demonstraram não haver diferenças significativas entre os métodos indiretos e o medido [$F = (2, 27) = 0,05$, $p = 0,95$].

A velocidade máxima (V_{\max}) é considerada um importante parâmetro fisiológico na prescrição do treinamento, apontada como preditora de desempenho nas corridas de média e longa distância (MCLAUGHLIN et al, 2010). Nesse estudo foi obtida por meio de teste ergoespiométrico possibilitando elaborar a equação preditiva para o t_{21km} . Estudos anteriores associam a V_{\max} como um parâmetro determinante ao desempenho em corridas de resistência (MACHADO et al, 2013). Além disso, a variável aplicada permite ser mensurada em pista, Alvero-cruz et al. (2020a) utilizou a distância percorrida no teste de Cooper de 12 minutos para prever o t_{21km} ($R^2 = 0,82$). Anteriormente, comparou o poder de predição em meia-maratona através de variáveis obtidas em laboratório explicando 76,95% e campo 87,3% (ALVERO-

CRUZ et al, 2019). Apesar da diferença entre métodos, a V_{\max} mensurada em pista também se mostra um parâmetro adequado para o uso em fórmulas preditivas (BUCHHEIT et al, 2010).

Bem como, as equações de predição têm sido frequentemente utilizadas para estimar o desempenho em corridas de longas distâncias (KEOGH et al, 2019). A fórmula deste estudo foi elaborada por meio de regressão linear simples visto que, utilizou apenas uma característica fisiológica para gerar o modelo matemático. Diferente de pesquisas anteriores que associaram o desempenho ao $VO_{2\max}$, VLL, LA, $vVO_{2\max}$, medidas antropométricas e variáveis da biomecânica (SANDFORD et al., 2019; SCHEER et al., 2019). Embora esses achados demonstrem uma forte ligação a performance de corredores, a equação Salvaterra com apenas uma variável apresentou-se um método prático e eficaz para prever o tempo total de prova.

Em relação as provas de meia-maratona, uma revisão narrativa associou 12 estudos destacando-se as variáveis antropométricas por aparecerem com mais frequência, mas com moderado poder preditivo ($R^2 = 0,440-0,71$) também, os testes de campo com elevados coeficientes de determinação ($R^2 = 0,84$) (ALVERO-CRUZ et al, 2020b). Além disso, nas provas de maratona já são vistas pesquisas avaliando o desempenho de atletas embasadas em equações. Uma revisão sistemática constatou 114 equações com diferentes abordagens, em resumo devido a heterogeneidade de dados os autores relatam dificuldades em identificar uma característica e fórmula mais precisa para prever o desempenho (KEOGH et al, 2019). Assim, ressalta-se a escassez de estudos com meia-maratona, portanto a equação Salvaterra contribui a área da pesquisa e a fisiologistas do exercício que investigam a relação entre o desempenho em corridas de longas distâncias.

Enquanto a literatura traz fórmulas direcionadas ao desempenho com mais de uma variável e regressão linear múltipla, a equação do estudo oferece uma ferramenta composta por uma única variável e regressão linear simples. O modelo gerado possibilita um instrumento de aplicabilidade prática para treinadores, um método eficaz para planejar programas de treinamento e estimar um melhor rendimento. Sem dúvida, também é um método simples pois, a V_{\max} pode ser obtida em esteira convencional ainda, em teste de campo. Entretanto, Gomez-Molina et al. (2017) produziram e validaram quatro equações distintas, demonstrando em ambas boas propostas de predição ao desempenho em meia-maratona. Porém, para obter todas as variáveis do estudo, inclusive a equação 2 a qual comparamos o poder de predição [$\text{Tempo } 21\text{km (min)} = 180,86 - (2,81 * v_{\max}) - (2,77 * v_{\text{limiar}})$], dispõe de maiores recursos tais como, utilizar o teste ergoespirométrico, simultaneamente uma plataforma instalada em esteira para registrar dados da biomecânica durante o teste.

Uma das contribuições práticas deste estudo é, oferecer aos profissionais da área de treinamento um método avaliador que proporcionará trabalhar estratégias de treinamento, não somente para estimar o desempenho em meia-maratona mais também, estabelecer ritmos de treino. Além disso, por meio da V_{max} é possível o treinador avaliar níveis de condicionamento do indivíduo para auxiliar na prescrição do treinamento. A equação desenvolvida tem como potencial possibilitar uma redução ao tempo de treinamento do atleta em virtude de a V_{max} ser considerada um forte indicativo da potência aeróbia (SILVA et al, 2016). Consequentemente, um aumento no rendimento devido a viabilidade de uma prescrição específica e periodização de treinamento em estratégias individualizadas.

No entanto, devemos dar importância como limitação do estudo a corrida de desempenho ter sido realizada em uma estrada de chão, e não em asfalto, talvez podendo ocasionar uma possível alteração no tempo total de prova. Bem como, a mensuração da V_{max} ter sido realizada em laboratório durante um teste ergoespirométrico pois, ainda é um método pouco utilizado uma vez que, os testes de campo têm se mostrado um método eficaz.

8. CONCLUSÃO

Em suma, a V_{\max} estimou o tempo de desempenho em meia-maratona por meio de uma equação matemática gerada pelo método de regressão linear simples, e demonstrou que a correlação entre o tempo e desempenho é inversa. Assim, a equação Salvaterra torna-se uma ferramenta precisa e simples para auxiliar treinadores na prescrição de programas de treinamento em corredores de meia-maratona.

REFERÊNCIAS

ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 239-252, 2008.

ALVERO-CRUZ, J. R. et al. Cooper test provides better half-marathon performance prediction in recreational runners than laboratory tests. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 1349, 2019.

ALVERO-CRUZ, J. R. et al. Simple Equation to Estimate Half-Marathon Race Time From the Cooper Test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, n. p. 1-6, 2020a.

ALVERO-CRUZ, J. R., et al. Predictive Performance Models in Long-Distance Runners: A Narrative Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 8289, 2020b.

AMARAL, S. L. D. et al. Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento físico baseada na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica. **Arquivos brasileiros de Cardiologia**. v. 70, n. 3, p. 159-166, 1998.

AS MAIORES provas do mundo, 29 de Mar de 2016. Disponível em: <https://www.contrarelogio.com.br/colunas/estatisticas/as-maiores-provas-do-mundo/> Acesso em: 22, set. 2020.

ASTORINO, T. A. et al. Adaptations to high-intensity training are independent of gender. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 7, p. 1279-1286, 2011.

BARBANTI, V. J.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Relevância do conhecimento científico na prática do treinamento físico. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 18, n. 8, p. 101-109, 2004.

BEST half marathon in the worl.Letsdothis, 2019. Disponível em: <https://www.letsdothis.com/blog/the-12-best-half-marathons-in-the-world-2019/>. Acesso em: 26, agos. 2020.

BILLAT, L. V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. **Sports medicine**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001.

BORIN, J. P.; PRESTES, J.; MOURA, N. A. Caracterização, controle e avaliação: limitações e possibilidades no âmbito do treinamento desportivo. **Revista Treinamento Desportivo**, v. 8, n. 1, p. 6-11, 2007.

BOTTINELLI, R. et al. Myofibrillar ATPase activity during isometric contraction and isomyosin composition in rat single skinned muscle fibres. **The Journal of Physiology**, v. 481, n. 3, p. 663-675, 1994.

BONADUCE, DOMENICO et al. Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 30, n. 5, p. 691-696, 1998.

BONET, J. B., et al. High-intensity interval versus moderate-intensity continuous half-marathon training programme for middle-aged women. **European Journal of Applied Physiology**, p. 1-14, 2020.

BRADBURY, D. G., et al. Comparison of linear and Reverse Linear Periodized Programs With Equated Volume and Intensity for Endurance Running Performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 5, p. 1345-1353, 2020.

BROWN, E.; DONALDSON, A.; WYATT, F. B. The overtraining syndrome: A meta-analytic review. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 16, n. 2, p. 12-23, 2013.

BUCHFUEHRER, M. J. et al. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. **Journal of applied physiology**, v. 55, n. 5, p. 1558-1564, 1983.

BUCHHEIT, M. et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **European journal of applied physiology**, v. 108, n.6, p.1153-1167, 2010.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High intensity interval training, solutions to the programming puzzle. **Medicina do esporte**, v. 43, n. 10, p. 927-954, 2013.

BURKE, E. J. Physiological effects of similar training programs in males and females. **Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation**, v. 48, n. 3, p. 510-517, 1977.

BUSKIRK, E.; HENSCHER, A.; TAYLOR, H. L. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. **Journal of applied physiology**, v. 8, n. 1, p. 73-80, 1955.

CAPUTO, F. et al. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 11, n. 1, p. 94-102, 2009.

CARTER, H.; JONES, A. M. The effect of resistance training on aerobic fitness parameters. **Medicina do esporte**, v. 29, n. 6, p. 373-386, 2000.

CONFEDERAÇÃO brasileira de atletismo, 2020. Disponível em: <http://www.cbat.org.br/novo/> Acesso em: 15, ago. 2020.

CONFIRA quais são as top 5 meias maratonas mais bonitas do Brasil. 27 de Jun. 2019. Disponível em: <https://www.treinus.com.br/blog/meias-maratonas-mais-bonitas-do-brasil/> Acesso em: 24, ago. 2020.

COSTA, D.C. et al. Uso da equação de Wasserman na otimização da duração da rampa de potência em um teste cardiopulmonar de exercício: um estudo com homens brasileiros. **Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas**, v.48, n. 12, p. 1136-1144,2015.

COYLE, E. F. et al. Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 24, n. 7, p. 782-788, 1992.

DA SILVA SEQUEIROS, João Luis. et al. Estudo sobre a fundamentação do modelo de periodização de Tudor Bompa do treinamento desportivo. **Fitness & Performance Journal**, v. 4, n. 6, p. 341-347, 2005.

DENADAI, B. S.; MELLO, M.T. de; ORTIZ, M. J. Índices fisiológicos associados com a performance aeróbia em corredores de endurance: efeitos da duração da prova. **Rev Bras Med Esporte**, v. 10, n. 5, p. 401-404, 2004.

DENHAM, J.; FEROS, S. A.; O'BRIEN, B. J. Four weeks of sprint interval training improves 5-km run performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 8, p. 2137-2141, 2015.

DWORAK, L. B. Sport's biomechanics in the research of the Department of Biomechanics of University School of Physical Education in Poznan. Part 1. Biomechanics of rowing: tests on rowing ergometers, reconstruction and synthesis. **Acta of bioengineering and biomechanics**, v. 12, n. 1, p. 55-64, 2010.

ESTEVE-LANAO, JONATHAN et al. How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 3, p. 496-504, 2005.

FALZ, R. et al. Acute cardiopulmonary responses to strength training, high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training. **European journal of applied physiology**, 119, n. 7, p. 1513-1523, 2019.

FITTS, R. H. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. **Journal of applied physiology**, v. 104, n. 2, p. 551-558, 2008.

GÓMEZ-MOLINA, J. et al. Predictive Variables of Half-Marathon Performance for Male Runners. **Journal of sports science & medicine**, v. 16, n. 2, p. 187, 2017.

GONÇALVES, S. C. C. Aspectos econômicos da corrida de rua. 2012. Artigo (Especialista em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

HAGAN, R. D. et al. Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices in female distance runners. **British Journal of Sports Medicine**, v. 21, n. 1, p. 3-7, 1987.

HAMILTON, J. S.; SORACE, P. Time to step it up! Training for a half marathon personal record. **ACSM's Health & Fitness Journal**, v. 22, n. 2, p. 16-22, 2018.

HERNESNIEMI, J. A. et al. Cardiorespiratory fitness and heart rate recovery predict sudden cardiac death independent of ejection fraction. **Heart**, v. 106, n. 6, p. 434-440, 2020.

HOLLMANN, W.; PRINZ, J. P. Ergospirometry and its history. **Sports Medicine**, v. 23, n. 2, p. 93-105, 1997.

HOTTENROTT, K.; LUDYGA, S.; SCHULZE, S. Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. **Journal of sports science & medicine**, v. 11, n. 3, p. 483, 2012.

HYDREN, JAY R.; COHEN, BRUCE S. Current scientific evidence for a polarized cardiovascular endurance training model. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 12, p. 3523-3530, 2015.

ISHIDA, J. D. C. et al. Presença de fatores de risco de doenças cardiovasculares e de lesões em praticantes de corrida de rua. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 27, n. 1, p. 55-65, 2013.

KEOGH, A. et al. Prediction equations for marathon performance: A systematic review. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 9, p. 1159-1169, 2019.

KNECHTLE, B. et al. Prediction of half-marathon race time in recreational female and male runners. **SpringerPlus**, v. 3, n. 1, p. 248, 2014.

KNECHTLE, B. et al. Male and female Ethiopian and Kenyan runners are the fastest and the youngest in both half and full marathon. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p.223, 2016.

KORAL, J. et al. Six sessions of sprint interval training improves running performance in trained athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v. 32, n. 3, p. 617, 2018.

LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D.; TUCKER, R. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. **International journal of sports physiology and performance**, v. 1, n. 3, p. 233-245, 2006.

LAURSEN, P. B., et al.. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1801-1807, 2002.

LONDEREE, B. R. The use of laboratory test results with long distance runners. **Sports Medicine**, v. 3, n. 3, p. 201-213, 1986.

LOUIS, J. B. et al. Analysis of the world record time for combined father and son marathon. **Journal of Applied Physiology**, v. 128, n. 2, p. 440-444, 2020.

MACHADO, F. A. et al. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2002.

MACHADO, F.A. et al. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 6, p. 577-582, 2013.

MARCH, D. S. et al. Age, sex and time of arrival as determinants of marathon pace. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 386-391, 2011.

MALCHROWICZ-MOŚKO, E.; POCZTA, J. Running as a form of therapy socio-psychological functions of mass running events for men and women. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 10, p. 2262, 2018.

MCLAUGHLIN, J. E., et al. Test of the classic model for predicting endurance running performance. **Med Sci Sports Exerc.** v.42 n. 5, p.991-997, 2010.

MEIA maratona, 2019. Disponível em: <https://www.worldathletics.org/disciplines/road-running/half-marathon> , IAAF. Acesso em: 21, ago. 2020.

MIDGLEY, A. W. et al. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 117-132, 2006.

MIDGLEY, A. W. et al. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. **Sports Medicine**, v. 37, n. 10, p. 857-880, 2007.

MUÑOZ, Iker et al. O treinamento polarizado melhora o desempenho em corredores recreativos? **Jornal internacional de fisiologia e desempenho esportivo**, v. 9, n. 2, pág. 265-272, 2014.

NIKOLAIDIS, P. T. et al. Running performance, nationality, sex, and age in the 10-km, half-marathon, marathon, and the 100-km ultramarathon IAAF 1999–2015. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 8, p. 2189-2207, 2017.

NIKOLAIDIS, P. T. et al. Sex differences in the age of peak marathon race time. **Chin. J. Physiol**, v. 61, p. 85-91, 2018.

NIKOLAIDIS, P. T. et al. Performance and pacing of age groups in half-marathon and marathon. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 10, p. 1777, 2019.

NOAKES, T. D. et al. The maximum running speed on the treadmill during the V O₂ max test predicts running performance. **Journal of Sports Science**, v. 8, n. 1, pág. 35-45, 1990.

NOAKES, T. D.; TUCKER, R. The physiological regulation of the stimulation strategy during exercise: a critical review. **British Journal of Sports Medicine**. v. 43, n. 6, 2009.

O RAIO-x das 50 maiores corridas de rua do Brasil em 2019. Disponível em: <https://infogram.com/raio-x-das-50-maiores-provas-do-brasil-em-2019-1gdx3pwk0wrrpgr> Acesso em: 21 de agosto. 2020.

OGUETA-ALDAY, A. et al. Similarities and differences among half-marathon runners according to their performance level. **PloS One**, v. 13, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, A. L. B. et al. Estudo comparativo entre o modelo de periodização clássica de Matveev e o modelo de periodização por blocos de Verkhoshanski. **Fitness & Performance Journal**, v.4, n. 6, p. 358-362, 2005.

PATON, C. D. H., WILL, G. Effects of high intensity training on performance and physiology of endurance athletes. **Sportscience**, v. 8, p. 25-41, 2004.

PITSILADIS, Y. P.; WILBER, R. L. Kenyan and Ethiopian distance runners: what makes them so good? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 7, n. 2, p. 92-102, 2012.

POOLE, D. C.; GAESSER, G. A. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. **Journal of Applied Physiology**, v. 58, n. 4, p. 1115-1121, 1985.

QUAL O TEMPO médio para atletas comuns nos 21km em 18/10/2020. Disponível em <http://42kpelomundo.com.br/blog/qual-o-tempo-medio-para-atletas-comuns-nos-21km>. Acesso em: 27/12/2020.

REIS, H. V. **Validação da determinação do limiar de anaerobiose pela resposta da frequência cardíaca: comparação com teste cardiopulmonar**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência) - Faculdade de Medicina Instituto do Coração Edson Saad/ Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ, 2019.

RÜST, C. A. et al. Predictor variables for a half marathon race time in recreational male runners. **Open Access J Sports Med**. V.2, p. 113, 2011.

SALGADO, J. V. V.; MIKAIL, M. P. T. C. Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões**, v. 4, n. 1, p. 90-98, 2006.

SALINERO, J. J. et al. Predicting race time in male amateur marathon runners. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 57, n. 9, p. 1169-1177, 2017.

SANDFORD, G. N. et al. Implementing Anaerobic Speed Reserve Testing in the Field: Validation of vVO₂max Prediction From 1500-m Race Performance in Elite Middle-Distance Runners. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 8, p. 1147-1150, 2019.

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

SEILER, K. STEPHEN; KJERLAND, GLENN ØVREVIK. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 16, n. 1, p. 49-56, 2006.

SCHEER, V. et al. Predicting trail-running performance with laboratory exercise tests and field-based results. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 1, p. 130-133, 2019.

SCHUETZ, W. et al. Adjustment of metabolism, catecholamines and β -adrenoceptors to 90 min of cycle ergometry. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 70, n. 1, p. 81-87, 1995.

SILVA, A. C.; TORRES, F. C. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 8, n. 3, p. 107-116, 2002.

SILVA, D. F. D., NAKAMURA, F. Y., & MACHADO, F. A. Efeitos do uso da máscara para análise de gases sobre variáveis fisiológicas e perceptuais máximas e submáximas durante um teste incremental. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 30, n. 3, p. 523-531, 2016.

TAKESHIMA, N.; TANAKA, K. Prediction of endurance running performance for middle-aged and older runners. **British journal of sports medicine**, v. 29, n. 1, p. 20-23, 1995.

UUSITALO, A. L. T.; UUSITALO, A. J.; RUSKO, H. K. Exhaustive endurance training for 6-9 weeks did not induce changes in intrinsic heart rate and cardiac autonomic modulation in female athletes. **International journal of sports medicine**, v. 19, n. 08, p. 532-540, 1998.

WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of applied physiology**, v. 35, n. 2, p. 236-243, 1973.

WOLPERN, A. E. et al. Is a threshold-based model a superior method to the relative percent concept for establishing individual exercise intensity? a randomized controlled trial. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 7, n. 1, p. 16, 2015.

YALOURIS, N. Os Jogos olímpicos na Grécia antiga. São Paulo: Odysseus, v. 5, 2004.

YAZBEK JR, P. et al. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 71, n. 5, p. 719-724, 1998.