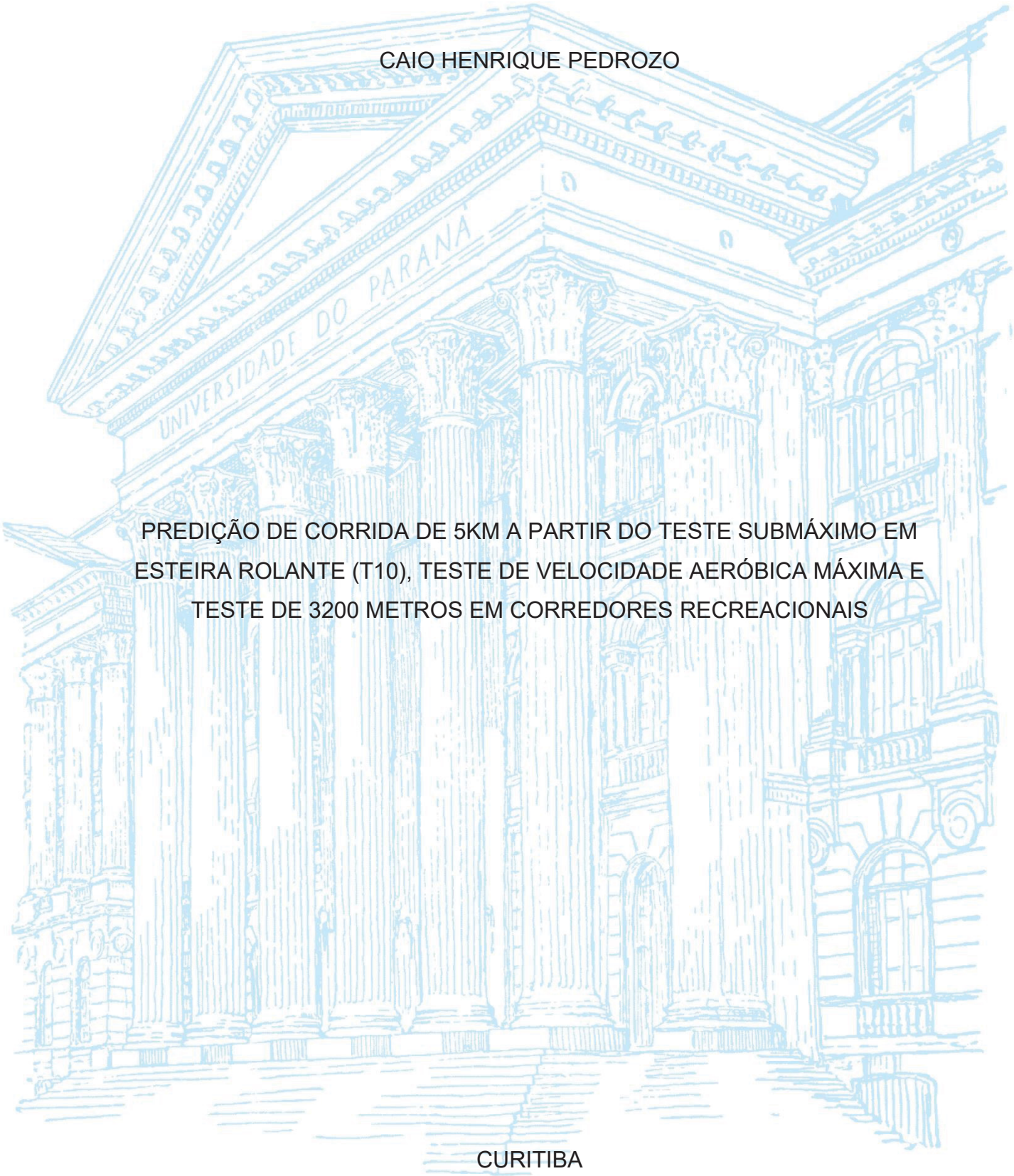
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAIO HENRIQUE PEDROZO



PREDIÇÃO DE CORRIDA DE 5KM A PARTIR DO TESTE SUBMÁXIMO EM ESTEIRA ROLANTE (T10), TESTE DE VELOCIDADE AERÓBICA MÁXIMA E TESTE DE 3200 METROS EM CORREDORES RECREACIONAIS

CURITIBA

2023

CAIO HENRIQUE PEDROZO

PREDIÇÃO DE CORRIDA DE 5KM A PARTIR DO TESTE SUBMÁXIMO EM ESTEIRA ROLANTE (T10), TESTE DE VELOCIDADE AERÓBICA MÁXIMA E TESTE DE 3200 METROS EM CORREDORES RECREACIONAIS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Gregorio da Silva

CURITIBA

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Pedrozo, Caio Henrique, 1992-.
Predição de corrida de 5km a partir do teste submáximo em esteira rolante (T10), teste de velocidade aeróbica máxima e teste de 3200 metros em corredores recreacionais. / Caio Henrique Pedrozo. – Curitiba, 2023.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Gregório da Silva.

1. Metabolismo. 2. Desempenho - Avaliação. 3. Corredores (Esportes). 4. Resistência Física. 5. Treino Aeróbico.6. Previsões. I. Silva, Sérgio Gregório da, 1958-. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

Bibliotecária: Rosilei Vilas Boas, CRB-9/939

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **CAIO HENRIQUE PEDROZO** intitulada: **PREDIÇÃO DE CORRIDA DE 5KM A PARTIR DO TESTE SUBMÁXIMO EM ESTEIRA ROLANTE (T10), TESTE DE VELOCIDADE AERÓBICA MÁXIMA E TESTE DE 3200 METROS EM CORREDORES RECREACIONAIS**, sob orientação do Prof. Dr. SERGIO GREGORIO DA SILVA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 31 de Julho de 2023.

Assinatura Eletrônica
11/10/2023 14:50:50.0
SERGIO GREGORIO DA SILVA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
05/09/2023 22:05:55.0
WAGNER DE CAMPOS
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
29/08/2023 14:01:48.0
MARESSA PRISCILA KRAUSE MOCELLIN
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 310457
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 310457

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa Aline Fernanda, por ter me suportado durante todo o processo e durante as crises que dela surgiram, sempre me apoiando e me ajudando a entender o motivo de tudo. Sem você essa trajetória não seria possível.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Gregório da Silva por ter me proporcionado esta oportunidade, pelos ensinamentos ao longo da conclusão deste manuscrito. Meu respeito e admiração pelo senhor somente aumentou deste que iniciamos esta jornada.

Aos membros da minha banca, a Prof.ª Dr. Maressa Priscila Krause Mocellin e Prof. Dr. Wagner de Campos meu mais sincero agradecimento pelas contribuições que auxiliaram na construção deste projeto.

Por fim, quero agradecer a todos os demais que de alguma forma contribuíram direta e indiretamente nestes dois anos de mestrado, como os demais colegas da pós graduação, os servidores da UFPR, aos atletas que aceitaram participar da pesquisa e aos amigos que sempre me incentivaram.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Existe uma dificuldade em prever o desempenho e determinar o nível competitivo de forma direta em atletas de endurance. Dessa forma, a proposta do presente estudo é determinar o poder de predição do desempenho de corrida de 5km a partir do teste submáximo de esteira (T10), teste de Velocidade Aeróbica Máxima (VAM) e teste de 3200 metros. Sessenta corredores recreacionais (34 homens e 26 mulheres) completaram os testes T10, VAM e 3200m individualmente e uma prova de 5km em pequenos grupos, além do teste de determinação da potência aeróbica. Os resultados mostraram que o T10 (3.85 ± 0.58 m/s), VAM (4.49 ± 0.61 m/s) e 3200m (4.10 ± 0.61 m/s) explicaram 63%, 93% e 95% da performance de 5km (4.10 ± 0.63 m/s). Além disso, a velocidade média na prova de 5km foi maior do que a velocidade média no T10 ($p=0.024$, $d= 0.55$), menor do que o teste de VAM ($p<0.01$, $d= 0.84$) e semelhante ao teste de 3200m. Foi comparado também os resultados dos testes com as velocidades médias autorrelatadas de sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corrida intervalada de 1km e 400 metros, demonstrando a utilidade dos testes para a elaboração de sessões de treinamento, principalmente para o teste T10. Os resultados indicam que todos os testes analisados podem predizer a performance em uma prova de 5km, contudo, apenas a velocidade média do 3200m foi semelhante a encontrada na prova de 5km.

Palavras-chave: Estado estável metabólico. Testes de desempenho. Corredores. Endurance. Predição.

ABSTRACT

It is difficult to directly predict performance and determine competitive level in endurance athletes. Therefore, the purpose of this study is to determine the predictive power of the submaximal treadmill test (T10), maximum aerobic speed test (MAS) and the 3200m test for 5km running performance. Sixty recreational runners (34 men and 26 women) completed the T10, MAS and 3200m tests individually and a 5km race in small groups, in addition to the aerobic power test. The results showed that the T10 (3.85 ± 0.58 m/s), VAM (4.49 ± 0.61 m/s) and 3200m (4.10 ± 0.61 m/s) explained 63%, 93% and 95% respectively of the 5km performance (4.10 ± 0.63 m/s). Furthermore, the mean speed in the 5km race was higher than the mean speed at T10 ($p=0.024$, $d=0.55$), lower than the VAM test ($p<0.01$, $d=0.84$) and similar to the 3200m test. Test results were also compared with self-reported average speeds from continuous running, pace running, 1km interval running and 400m sessions, demonstrating the usefulness of the tests for training session design, particularly for the T10 test. The results indicate that all the tests analysed are predictive of performance in a 5km race, but only the average 3200m speed was similar to that found in the 5km race.

Keywords: Metabolic steady state. Performance tests. Runners. Endurance. Prediction.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 OBJETIVOS 13
1.1.1 Objetivo geral 13
1.1.2 Objetivos específicos 13
2 REVISÃO DE LITERATURA 14
2.1 VELOCIDADE CRÍTICA 14
2.2 APLICAÇÃO DA VELOCIDADE CRÍTICA AO EXERCÍCIO DE ENDURANCE 17
2.3 MENSURAÇÃO DA VELOCIDADE CRÍTICA 19
2.4 VELOCIDADE AERÓBICA MÁXIMA (VAM) 20
2.5 TESTE DE VELOCIDADE DE CORRIDA 24
3 MATERIAL E MÉTODOS 27
3.1 PARTICIPANTES 27
3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA 27
3.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA 28
3.4 ANÁLISE DE GASES 29
3.5 DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA AERÓBICA 30
3.6 DETERMINAÇÃO DO VELOCIDADE CRÍTICA (T10) 30
3.5 TESTE DE CINCO MINUTOS (VELOCIDADE AERÓBICA MÁXIMA) 31
3.6 TESTE V3200M 31
3.7 DESEMPENHO NA PROVA DE 5 KM 31
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA 32
4 RESULTADOS 34
5 DISCUSSÃO 48
6 CONCLUSÃO 51
REFERÊNCIAS 52
ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO REVISADO DE PRONTIDÃO DE ATIVIDADE FÍSICA 59
ANEXO 2 – ESCALA PARA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO PARA CAMINHADA/CORRIDA *OMNI-WALK/RUN* 60

1 INTRODUÇÃO

A corrida de rua é um esporte que, ano após ano, vem aumentando o seu número de adeptos. Essa informação pode ser ilustrado pela quantidade de corredores que terminaram a “Maratona de Nova York” nos últimos anos, que foi em torno de 25 mil entre 1970 a 1979, aumentando para aproximadamente 344 mil entre 2010 a 2017 (VITTI *et al*., 2020). Dentre os praticantes de corrida de rua, existe um número excepcionalmente grande de corredores de “média distância” (5 e 10 km), que é a categoria de corrida mais popular, principalmente por corredores recreacionais, demonstrado pelo número de competições, que supera a das tradicionais corridas de maratonas (CUSHMAN; MARKERT; RHO, 2014; FIGUEIREDO *et al*., 2021). Assim como a popularidade das corridas de rua vem crescendo, o interesse por traçar o perfil fisiológico destes atletas se tornou objeto de interesse para estes e seus treinadores, trazendo informações importantes que podem auxiliar no planejamento de estratégias de treinamento e competição, como por exemplo, na predição de desempenho em provas (MAUNDER *et al*., 2021) e a organização das sessões de treinamento.

Há uma grande dificuldade em determinar o nível de aptidão física de atletas de endurance independentemente do nível competitivo, assim como prever o seu desempenho em competições, quando o objetivo é analisar essas respostas por meio de uma ou um conjunto de poucas respostas fisiológicas. O uso de porcentagens de ancoragens máximas, seja a partir do VO_{2max} ou a frequência cardíaca máxima (FC_{max}), são ineficientes para determinar a mesma intensidade de esforço em populações heterogêneas (IANNETTA *et al*., 2020), assim como o uso do lactato sanguíneo (JONES et al., 2019). Portanto, testes que avaliem o desempenho dos atletas de forma direta, e auxiliem a prescrição de treinamento podem fornecer resultados mais satisfatórios.

Existem vários métodos utilizados na prática esportiva para determinar o nível de aptidão de corredores. Podemos destacar a Velocidade Aeróbica Máxima (VAM), definida como a velocidade mínima capaz de evocar o VO_{2max} (RENOUX *et al*., 2000; RIBOLI *et al.*, 2021), inicialmente proposta por Léger e Boucher (1980) a partir de um teste progressivo denominado *University of Montreal track test*, que vem sofrendo alterações desde então, resultando em um teste máximo realizado em pista de atletismo por um período fixo de cinco minutos (DABONNEVILLE *et al*., 2003). Outra medida bastante utilizada é o teste de velocidade de corrida, ou velocidade dos 3200

metros, construído como uma alternativa para predizer a velocidade associada aos limiares de lactato e o VO_{2max} em homens e mulheres, a partir de um cálculo matemático que utiliza do tempo gasto para percorrer a distância de 3200 metros (WELTMAN *et al*., 1987, 1990, 1989). Ambos os testes supracitados apresentam uma possibilidade de medição de respostas fisiológicas de forma simples, baratas, menos invasivas e cansativas quando comparado a métodos que avaliam essas condições de forma direta, o que talvez seja o motivo da popularidade entre treinadores e atletas (MCGUIGAN *et al*., 2020). Todavia, não existe na literatura informações sobre o uso desses testes como métodos de predição do desempenho, sobretudo para corridas de 5 Km.

A velocidade crítica (VC) ou potência crítica (PC) (o que são fenomenologicamente equivalentes *(POOLE et al*., 2016)) foram primeiramente caracterizados por Manod e Scherrer (1965), o que hoje a compreendemos como a única medida que representa o limite inferior do domínio de intensidade severo (GALÁN-RIOJA *et al*., 2020; JONES *et al*., 2019), além de ser o principal descritor do status de treinamento, prevendo o desempenho de uma repetição máxima, até o desempenho de um corrida de maratona (PODLOGAR; LEO; SPRAGG, 2022). Embora a VC seja um fenômeno fisiológico, a sua medição é baseada no desempenho, ou seja, distância percorrida e tempo, sendo possível determina-la a partir da medição da saída de energia e o uso de um cronometro (JONES *et al*., 2019; VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011).

Como uma alternativa ao método tradicional de aferição da VC, Follador *et al* (2021) desenvolveram um teste submáximo em esteira denominado de “T10”. Os valores de VC adquiridos a partir deste teste submáximo já demonstraram ser um bom preditor do desempenho para corridas de 5 e 10km (FOLLADOR; DE BORBA; DA SILVA, 2021). Diferente do modelo tradicional de aferição da VC, o T10 é uma alternativa que não leva o avaliado ao limite do esforço físico, além de ser realizado em uma única sessão de teste, reduzindo alguns dos fatores que aumentam a variabilidade do teste tradicional de aferição da VC, como a motivação e espaçamento entre corridas (DOTAN, 2022) o que poderia favorecer uma maior adesão para a população de corredores recreacionais. Contudo, ainda não sabemos se o T10 é uma alternativa melhor para a predição da performance comparado com aquilo que se tem feito atualmente na prática esportiva.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Determinar a predição do desempenho de uma corrida de 5km por meio do teste submáximo em esteira T10, teste de velocidade aeróbica máxima (VAM) e o teste de 3200 metros em homens e mulheres corredores recreacionais.

1.1.2 Objetivos específicos

Verificar a associação entre os testes T10, VAM e 3200 metros e o desempenho de 5km;

Identificar o percentual de desempenho do T10, VAM, 3200m e no 5km de acordo com os testes;

Comparar o desempenho nos testes T10, VAM, 3200m e 5km;

Identificar o percentual de corrida contínua, de ritmo e intervalada de acordo com o desempenho nos testes T10, VAM e 3200m;

Comparar as velocidades médias de corrida contínua, de ritmo e intervalada de acordo com o desempenho nos testes T10, VAM e 3200m.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 VELOCIDADE CRÍTICA

Monod e Scherrer (1965) introduziram um conceito, que mais tarde seria conhecido como “velocidade crítica” (VC)(WAKAYOSHI *et al*., 1992). Neste artigo, os autores afirmaram que “*the critical power of a muscle (or a muscular group) corresponds to the maximum rate it can keep up for a very long time without fatigue*” (p.329), contudo, está afirmativa já é contestada (VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011). Este conceito não era novo, sendo explorado inicialmente na relação entre velocidade e fadiga em animais de corrida (KENNELLY, 1906), além do estudo retrospectivo de Hill (1925) a partir dos recordes atléticos mundiais de corrida e natação.

A palavra “crítico” aqui, pode ser interpretado a partir de duas perspectivas. Primeiramente posicionando a VC dentro do espectro da intensidade de exercícios (VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011). Existem três domínios de intensidade, denominados “moderado”, “pesado” e “ severo” que apresentam distintas cinéticas de captação de oxigênio e respostas do lactato sanguíneo, refletindo em distintas perturbações intramusculares como recrutamentos de fibras musculares, eficiência contrátil, depleção de glicogênio muscular e fluxo de cálcio (JAMNICK *et al.*, 2020). A VC é definida como a fronteira que divide os domínios de intensidade pesado e severo (VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011). O exercício realizado no domínio de intensidade pesado é caracterizado pelo aparecimento do componente lendo de VO_2 (JAMNICK *et al*., 2020), que corresponde a redução da eficiência contrátil muscular associado a também redução da tolerância do exercício aeróbico em alta intensidade, medido através do custo de O_2 (JAMNICK *et al*., 2020; JONES; VANHATALO, 2017; VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011), seguido por um estado de equilíbrio retardado, assim como um aumento nas concentrações de lactato acima da linha de base, acompanhado também por um estado de equilíbrio retardado (JAMNICK *et al*., 2020; VANHATALO *et al.*, 2016). A atividade realizada no domínio severo apresenta um aumento continuo do VO_2 que eventualmente alcançará a obtenção do VO_{2max}, assim como o lactato sanguíneo subindo acima da linha de base sem a presença de um estado de equilíbrio (JAMNICK *et al*., 2020; VANHATALO *et al*., 2016).

Para demonstrar que a VC é a fronteira entre as zonas de intensidade pesada e severa Vanhatalo *et al* (2016) avaliaram um grupo de pessoas que realizaram uma taxa de trabalho constante em uma bicicleta de frenagem elétrica com duração de até 24 minutos, 5% acima e abaixo das suas respectivas potências críticas (PC). O estudo confirmou que ocorrem repostas metabólicas distintas entre as duas condições, como visto na fosfocreatina (PCr), creatina (Cr) e Ph ($p<0,05$), assim como concentrações maiores de lactato (La-) para a condição 5% acima da PC em comparação com a condição 5% abaixo. Essas respostas refletem a performance na taxa de trabalho constante, onde na condição 5% abaixo da PC todos os participantes conseguiram concluir os 24 minutos estipulados de prova, enquanto na condição 5% acima, não foi possível completar a tarefa, encerrando-a por exaustão por volta de 740+/-186 segundos de atividade, terminando o teste com a obtenção do VO_{2max}. Esses achados confirmam que atividades abaixo da PC correspondem a um estado estacionário enquanto em uma intensidade acima da PC esta condição já não ocorre.

A PC, assim como a VC, pode ser considerado um demarcador preciso para a fronteira entre as zonas de intensidade pesada e severa. Com o intuito de afirmar que a PC é o único marcador da fronteira do domínio pesado e severo Galán-Rioja *et al* (2020) identificaram o grau de correspondência/diferença entre a PC e outros supostos marcadores da máxima fase estável do metabolismo (máxima fase estável do lactato, ponto de compensação respiratória, limiar ventilatória 1 e 2 (LV1 e LV2). Os resultados demonstraram que o LV1 e máxima fase estável do lactato subestimaram a PC em aproximadamente 30 e 11% respectivamente, assim como o ponto de compensação respiratória e LV2 superestimaram a PC em aproximadamente 6 e 21% respectivamente.

A afirmação do que a PC, e não o máximo estado estável do lactato e outros critérios de limiar eram o limite entre os domínios pesado e severo, não era aceita até pouco tempo atrás. Isso mudou em 2019 a partir da revisão intitulada: "*The maximal metabolic steady state: redefining the 'gold standard'*" (JONES *et al*., 2019). Essa descoberta é importante, pois contradiz o próprio autor, que anteriormente já havia posto a máximo estado estável do lactato como uma medida mais precisa que a PC para o uso em testes em exercício ou prescrição, e em estudos experimentais (SMITH; JONES, 2001).

A segunda perspectiva possível para a VC é matemática, onde a VC é um dos dois parâmetros empíricos na relação de potência de saída (P) e o tempo até a

exaustão dentro do domínio severo (JONES *et al*., 2010; VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011). Está relação é hiperbólica, onde a assíntota da potência a VC e a constante da curvatura denominada de D' (HILL, 1993; VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011). Pra estabelecermos esta relação, devemos realizar uma série de 3 a 5 testes de velocidade constante até o limite da tolerância dentro do domínio de intensidade severa (>VC), sendo cada teste realizado em uma saída de velocidade diferente, registrando o tempo decorrido (JONES *et al*., 2019; JONES; VANHATALO, 2017). Quando foi plotado os resultados do teste sendo a velocidade em função do tempo, observou-se que a velocidade sustentável cai em função da duração do exercício e se estabiliza, sendo o ponto de estabilização onde observamos a assíntota, assim como podemos observar a constante de curvatura para cada saída de velocidade(JONES; VANHATALO, 2017).

O D' corresponde a máxima quantidade de trabalho, aqui expressa em distância (m) que pode ser realizada acima da VC, onde a taxa de trabalho permanece inalterada independente da intensidade escolhida (JONES *et al*., 2010). A interpretação clássica do D' corresponde a energia derivada da fosforilação de fosfocreatina e glicogênio, além de uma baixa contribuição aeróbica (JONES *et al*., 2010). A interpretação clássica do D' (ou o seu análogo W' quando a medida é potência) corresponde a energia derivada da fosforilação de fosfocreatina e glicogênio, além de uma baixa contribuição aeróbica (JONES *et al*., 2010), sendo uma função do componente lento do VO_2, VO_{2max} e a depleção destes substratos intramusculares limitados já citados, associados ao acumulo de metabólitos relacionados a condição de fadiga, como H^+, difosfato de adenosina (ADP) e Pi, prejudicando a função contrátil da musculatura ativa (JONES; VANHATALO, 2017; POOLE *et al*., 2016), resultando ao final da depleção do D' a uma condição de exaustão e interrupção da atividade.

Contudo, mesmo a CP/VC sendo considerada uma medida valiosa para atletas e treinadores, ela apresenta as suas imperfeições como qualquer outra medida. Em sua revisão, R. Dotan (2022) demonstra que a capacidade de comparar os valores de PC em diferentes estudos é afetada negativamente por vários fatores, além da falta de um protocolo padronizado para a sua aferição. O autor relata que o modelo de determinação da PC é um empecilho, uma vez em que existam três modelos para a determinação da PC, o modelo 2-fatoriais – as relações lineares de trabalho–tempo (W–t) e potência–1/tempo (P–1/t) e as relações hiperbólicas de

potência–tempo (P–t). onde, existe uma variação em torno de 10% entre os resultados dos modelos, mesmo utilizando os mesmos conjuntos de dados. Quando observamos a organização das sessões dos testes, existe uma diferença nos resultados relacionado a duração, e do espaçamento entre os ensaios, onde quanto menor a diferença entre a duração do teste mais curto para o mais longo, a variabilidade dos seus resultados será maior. A estratégia de *pacing* também pode influenciar nos resultados, onde ritmos estipulados geram uma redução na potência média quando comparado a um ritmo autosselecionado. E por fim, a motivação dos participantes pode influenciar na acurácia dos resultados, uma vez em que esforços máximos somados a uma grande quantidade de testes estão associados não apenas a mudança de aprendizagem, mas a mudança na motivação (HILL, 1993). Contudo, essas afirmações são retiradas de estudos que avaliaram a PC e não a VC, como as medidas são análogas, algumas dessas informações podem ser extrapoladas para os testes de VC, todavia, seria importante a constatação especifica.

Mesmo a PC demonstrando limitações nos seus resultados, isso não deve tornar o seu uso desencorajado. Pelo contrário, quando comparado a sua aplicabilidade com outras medidas que deveriam demarcar o máximo estado estável do metabolismo, e PC apresenta o menor erro padrão de estimativa, o que valida o seu uso em relação aos demais possibilidades (JONES *et al*., 2019).

2.2 APLICAÇÃO DA VELOCIDADE CRÍTICA AO EXERCÍCIO DE ENDURANCE

A VC é um conceito relevante para qualquer esporte que seja realizado por um período considerável dentro do domínio de intensidade severa, ou seja, necessite de uma contribuição energética significativa do D’ (VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011). O conceito já foi compreendido para modelos de exercícios intermitentes, o que o projeta para ser útil e aplicável em treinamentos de caráter intervalado e uma gama de esportes coletivos (JONES; VANHATALO, 2017). Para demonstrar a aplicabilidade da VC nos esportes, talvez seja mais fácil listar os esportes que não se beneficiam do que o oposto, como atividades esportivas que envolvam apenas algumas contrações musculares, como no tiro ao arco, esportes a onde a razão trabalho-repouso não desafiem os limites estabelecidos pelo D’, como o beisebol, críquete, além de esportes a onde a sua manifestação de potência não exceda a PC como no caso do golfe, e eventos de ultra resistência (VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011).

O conhecimento de qual velocidade de corrida promove a taxa metabólica oxidativa máxima sustentável é importante, tanto para a avaliação do desempenho atlético dos atletas, como na organização de programas de treinamento (JONES *et al*., 2019). Já é de conhecimento que maratonistas de elite regulam o seu ritmo de corrida em provas de modo a ficar muito próximo da VC, dessa forma, quando evitado ultrapassar esse limite de intensidade a fim de preservar reservas energéticas que os levariam a fadiga, que táticamente podem ser exploradas quando necessárias, como em um sprint final (JONES; VANHATALO, 2017). Em seu artigo intitulado "*The two-hour marathon: who and when?*" Joyner *et al* (2011) buscou traças o perfil do atleta que quebrará a barreira das duas horas na maratona, afirmando que este atleta deverá apresentar uma economia de corrida excepcional e tamanho corporal pequeno, além de estar exposto a grandes altitudes e atividade física significativa na infância e juventude. Levando em consideração a VC como perspectiva para este feito, o atleta que correrá para um tempo menor que duas horas deverá apresentar uma VC superior a 21, 1Km.h^{-1}, uma vez em que se o mesmo apresentar uma VC inferior a este valor, eles estarão tentando correr 42,2Km em um domínio de intensidade severa, o que seria fisiologicamente impossível (VANHATALO; JONES; BURNLEY, 2011).

O uso da VC também demonstra ser um parâmetro importante para distância menores do que a maratona. Para isto, Figueiredo *et al* (2021) encontraram que a VC, sendo realizada para dois (2600m e 1000m) ou três (2600m, 1800m e 1000m) contra relógios apresentaram o coeficiente de determinação de 90% em ambos os modelos para a prova de 5Km. Este achado está de acordo como afirmações recém-propostas, onde a PC ou VC seria uma intensidade insustentável por não mais do que 25 minutos (DOTAN, 2022) correspondendo com o tempo médio de uma prova de 5Km.

Caso um atleta busque completar uma prova de corrida em uma intensidade severa, o mesmo deverá calcular o tempo máximo sustentável dentro desta zona de intensidade a partir de uma velocidade determinada, sendo este tempo dado por: t=D'/(V-VC), onde V é a velocidade determinada. Além disso, podemos estipular o menor tempo para completar uma determinada distância (D), para isso: t=(D-D')/VC (JONES et al., 2010). O uso dessas equações são importantes tanto para a predição do desempenho em corridas a partir da manutenção de um ritmo de prova, assim como para projetar o sucesso de diferentes eventos de corrida considerando os valores individuais de VC e D'. Essas são algumas implicações que podemos fazer a partir da conhecida VC e D' que podem nortear a estratégia de prova e de treinamento.

2.3 MENSURAÇÃO DA VELOCIDADE CRÍTICA

As formas mais usuais de aferição da VC assim como da D’ são derivadas de métodos usados para identificar a PC e o W’. O método mais comumente usado é a partir da realização de duas ou mais corridas com distâncias diferentes separadas em dias distintos. Para este método, três modelos matemáticos são os mais frequentes, o modelo de tempo de trabalho, a VC é a inclinação da reta da regressão linear construída (frequentemente chamada de b1), e o D’ é demonstrado como a intercepto da reta (também chamado de b0)(HILL, 1993; JONES; VANHATALO, 2017); no modelo denominado distância-1/tempo, a VC é o intercepto enquanto a D’ é a inclinação da reta (HILL, 1993), no modelo não linear, sendo uma relação hiperbólica entre velocidade (eixo x) e tempo (eixo y), onde a VC é indicada como a assíntota da velocidade e o D’ é indicado na constante de curvatura (HILL, 1993; JONES; VANHATALO, 2017). O grande problema deste modelo de teste está no requerimento de múltiplos testes de cargas constantes até a exaustão em dias diferentes (HILL, 1993) dificultando o seu uso principalmente na prática esportiva, uma vez em que encaixar o protocolo do teste a rotina de treinamento pode ser inviável.

O estudo de Broxtermana *et al* (2013) buscou validar o protocolo de 3 minutos *all out* até então exclusivo para testes de bicicleta ergométrica para corredores em pistas de corrida. O modelo inicial do teste exclusivo para bicicleta ergométrica propõe determinar os parâmetros da relação potência-tempo (VANHATALO; DOUST; BURNLEY, 2007). A base teórica do teste determina que após e esgotamento do W’ a potência máxima resultante deverá ser igual a PC (BROXTERMAN *et al*., 2013; VANHATALO; DOUST; BURNLEY, 2007). No estudo inicial de Vanhatalo *et al* (2007) foi constatado que a potência final do teste (sendo a média dos 30 segundos finais) e o trabalho realizado acima da potência final determina a PC e o W’ respectivamente. Dessa forma, a adaptação de Broxterman *et al* (2013) propõem que os participantes realizem o teste na maior velocidade possível, e busquem permanecer nesse esforço máximo mesmo quando a velocidade não conseguir ser mantida em relação aos valores iniciais. Como auxílio, é necessário um encorajamento verbal durante todo o andamento do teste. Os registros de velocidade no teste devem ser realizados com um acelerômetro posicionado em um dos pés. Observou-se que a velocidade de corrida atinge um platô nos últimos 20 segundos do teste, sendo assim, a média da

velocidade registrada nos 20 segundos finais serão computada com a VC, e o D' é determinado como a área sobre a curva de velocidade acima da VC.

Por fim, Follador *et al*. (2021) desenvolveram um teste submáximo realizado em esteira para a determinação da VC denominado T10. O teste consiste em o participante correr por um período de 10 minutos, onde, nos primeiros cinco minutos do teste, o mesmo deverá autosselecionar uma velocidade que ele considere como vigorosa, sendo este o único comando orientado ao avaliado. Após os cinco minutos iniciais, os demais cinco minutos serão realizados para a manutenção da velocidade pré estabelecida. A determinação da VC no teste ocorre verificando a velocidade dos cinco minutos finais do teste. Para confirmar a validade do teste, o mesmo foi comparado ao modelo de velocidades derivado de um conjunto de três distância de campo. O T10 demonstrou um alto coeficiente de determinação (R^2=0,984-1,00) e um teste t pareado sem diferenças significativas entre o T10 e o teste de VC de campo (t(41) = 0,6, p = 0,53) (FOLLADOR *et al*., 2021). Para a confirmação da aplicabilidade do T10, foi verificado que o mesmo demonstra ser um bom preditor para provas de 5 km (R^2 ajustado= 0,79, p <0,001, SEE= 27s) e 10 km (R^2 ajustado= 0,83, p <0,001, SEE= 57s) explicando 79% e 83% da variação em corridas de 5 e 10 km respectivamente (FOLLADOR; DE BORBA; DA SILVA, 2021). Contudo, uma das limitações deste teste, é a não possibilidade de determinar o D' dos participantes, o que dependendo das características dos participantes, pode ser uma informação dispensável.

2.4 VELOCIDADE AERÓBICA MÁXIMA (VAM)

A velocidade aeróbica máxima (VAM) é definida como a menor velocidade de corrida necessária para alcançar o VO_{2max} (BENHAMMOU *et al*., 2021; BERTHOIN et al., 1996; GONZÁLEZ-MOHÍNO *et al*., 2016; RENOUX *et al*., 2000), refletindo a potência aeróbica máxima integrada a sua economia de corrida (LOS ARCOS et al., 2019) conquistada a partir de teste gradual de esteira (DUPONT; AKAKPO; BERTHOIN, 2004) ou testes de campo (LÉGER; BOUCHER, 1980). A detecção da VAM se faz importante, pois, ela representa a transição aeróbica-anaeróbico. O tempo de atividade sustentado a 100% da VAM, assim como o valor em velocidade que representa a VAM são elementos fundamentais na prescrição e no planejamento do treinamento (OJEDA *et al*., 2020).

A VAM é considerada um forte marcador de desempenho de corrida (RIBOLI *et al*., 2021), principalmente para provas que variam de 800 metros a uma maratona (BENHAMMOU *et al*., 2021) sendo o seu uso mais apropriado que as aferições de VO_{2max} sozinho, pois a VAM integra tanto o VO_{2max}, uma vez em que foi demonstrado que a VAM é positivamente correlacionada com o VO_{2max} (r=0,66) (RENOUX *et al*., 2000), além do custo energético (BENHAMMOU *et al*., 2021) e economia de corrida (LOS ARCOS *et al*., 2019). Em atletas que praticam esportes de endurance em alto nível, um valor mais alto da VAM está atrelado a uma maior capacidade de utilizar as vias metabólicas aeróbicas em seus esportes (RIBOLI *et al*., 2021)

Em 1980, Léger e Boucher (1980) publicaram o primeiro teste progressivo para a aferição da VAM, o conhecido *University of Montreal track test (UM-TT)*. O UM-TT foi realizado nequela ocasião em uma pista de atletismo, posicionado cones ao redor da pista para a demarcação dos estágios a serem completados. Os participantes ouviam um sinal sonoro pré-gravado emitido em uma frequência especifica. O teste era então iniciado a uma velocidade fixada em 5 equivalentes metabólicos (6Km/h). A velocidade era progressivamente aumentada a cada dois minutos em 1 equivalente metabólico. Os sujeitos eram estimulados a realizar o maior número de estágios possíveis. O tempo era enunciado a cada 30 segundos para auxiliar os participantes a tomar a decisão de tentar ou não completar o estágio. O final do teste ocorria quando o participante estava a pelo menos 30 pés (914,4cm) do próximo cone quando o sinal sonoro era emitido ou quando o participante percebesse que não poderia completar o próximo estágio. O teste UM-TT aparentemente apresenta uma boa validade ecológica, tornando-o uma alternativa aos testes laboratoriais, uma vez em que ele permite a avaliação de um número maior de indivíduos de forma simultânea e geralmente com um custo-benefício melhor (LUNDQUIST *et al*., 2021).

A partir desde teste, foram propostas algumas variações para medir a VAM, podendo estes testes serem agrupados em duas categorias. Na primeira categoria, a VAM é adquirida a partir da velocidade final de um teste destinado a determinar o VO_{2max} em laboratório. Na segunda categoria, a VAM é determinada como a velocidade final alcançada durante a última etapa de um teste de campo continuo incremental e máximo (BENHAMMOU *et al*., 2021). Ambos as duas categorias, os modelos de teste nos fornecem dois dados distintos, a velocidade de pico (V_{pico}) e a VAM, sendo a V_{pico} a velocidade mais alta alcançada no teste e a VAM a velocidade mais baixa que evoca o VO_{2max} (PALLARÉS *et al*., 2019). Como a VAM é considerada

a velocidade alcançada na última etapa totalmente concluída do teste incremental, por exemplo se a última etapa não concluída o participante estiver corrente a 18,5Km/h, esta será a sua V_{pico}, e 18Km/h será a sua VAM (PALLARÉS *et al*., 2019).

Berthoin *et al* (1996) buscaram identificar a partir de diferentes testes de obtenção da VAM em esteira, qual apresentavam maior correlação com o UM-TT. Foram usadas como comparação o teste da VAM em esteira (VAM-est), onde foi registrada a velocidade da esteira na última etapa concluída de um teste incremental. A VAM calculada (VAM-cal) obtida a partir da VO_2 e o custo de energia. Também foi usada a VAM extrapolada (VAM-ex) sendo a velocidade de corrida associada graficamente ao VO_{2max} medida e a inclinação da relação indicando o consumo de energia. De acordo com os resultados do teste, não houve diferença significativa entre os testes de esteira e o UM-TT nas medições de lactato sanguíneo e frequência cardíaca, assim como comparado o VO_{2max} medido e estimado, não apresentado diferença significativa. Os valores obtidos da VAM no VAM-est (4,75 +/-0,57 $m.s^{-1}$), VAM-cal (4,71 +/- 0,48 $m.s^{-1}$), VAM-ex (4,62 +/- 0,48 $m.s^{-1}$) e UM-TT (4,64 +/- 0,35 $m.s^{-1}$) não foram significativamente diferentes. Esses resultados são importantes, pois demonstram que o teste pode ser realizado em vários contextos práticos, desde situações onde obtemos de ferramentas mais sofisticadas para auxiliar na medição da performance, até contextos mais simples, sem a possibilidade de avaliações mais complexas.

Ultimamente os dados oriundos do teste da VAM são comumente utilizados para prescrever e monitorar as cargas de treinamento com maior precisão, visando respostas fisiológicas especificas (RIBOLI *et al*., 2021), além de avaliar as mudanças na resistência aeróbica e consequentemente individualizar as intensidades de treinamento submáximos e máximos (BELLENGER *et al*., 2015; PALLARÉS *et al*., 2019). Como método de orientação de cargas de treinamento, a VAM é comumente utilizada a partir de porcentagens do seu valor, onde uma intensidade de 90 a 110% da VAM são sugeridos para exercícios intervalares com intervalos longos, uma intensidade de 110 a 130% para intervalos curtos, de 130 a 160% para treinos de sprints repetidos e acima de 160% para treinamento de intervalo de sprint (RIBOLI *et al*., 2021)

Sob uma perspectiva prática, o uso de testes de esteira não é aconselhável para atletas de endurance quando comparado ao possibilidades de teste ao ar livre, utilizando de tecnologias portáteis, pela sua maior validade ecológica (LUNDQUIST *et*

al., 2021). Infelizmente, o uso destas tecnologias, como por exemplo, na avaliação da potência de corrida, ainda apresenta limitações (PALLARÉS *et al*., 2019), além do seu alto custo, que dificulta a sua permeabilização na prática. Por outro lado, o uso de testes longos (>20 minutos) e com vários estágios como o UM-TT, dificultam que atletas atinjam a sua velocidade de corrida máxima, e consequentemente o seu verdadeiro desempenho aeróbico máximo (PALLARÉS *et al*., 2019) apontando para a necessidade da elaboração de testes da VAM com um menor tempo de duração.

Pensando nessa perspectiva, Bellenger *et al* (2015), buscaram comparar a VAM a partir do teste UM-TT, com a velocidade média alcançada em teste de corrida contra relógio com distância de 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 e 2200 metros em jogadores de futebol australiano. Os resultados apresentam que não há diferença na velocidade média para os contra relógios de 1600, 1800, 2000 e 2200 metros e a UM-TT ($p>0,08$). Houve correlação entre a UM-TT e todas as velocidades do contra relógio ($r=0,69$-$0,85$; $p<0,02$), contudo, um menor viés e limite de concordância mais estreito para a velocidade média do UM-0TT e a distância de 2000 metros no contra relógio. Os resultados sugerem que a velocidade média do contra relógio de 2000 metros pode ser usado para a predição da VAM, onde, para esta amostra, o tempo de duração para completar esta distância foi de 437 segundos em média (7:28 min:seg). Sob a mesma perspectiva, Lundquist *et al* (2021) conduziram em estudo semelhante, agora para mulheres jogadoras de futebol australiano, avaliando a diferença entre a UM-TT e os testes contra relógio de 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 e 2200 metros. Neste estudo, a velocidade média da corrida de 1400 metros no contra relógio foi a única distância que não apresentou diferença quando comparado a VAM derivada do UM-TT, assim como um viés menor e o limite de concordância (viés=$-0,1\pm0,3$ km·h $^{-1}$; $p=0,34$ e $\pm0,8$ km·h $^{-1}$ ($\pm6,1\%$), respectivamente). Para esta população, os contra relógios de 1400 metros apresentaram um tempo de duração em torno de 376 segundos (6:28 min:seg). Ambos os estudos apontam para o uso de distância menores como método de aferição da VAM, como também para o uso dos testes com tempo de duração como referência, ao invés da distância, sendo esses tempos, menores do que os alcançados com a metodologia clássica.

Dois trabalhos foram conduzidos utilizando o tempo, ao invés da distância para a aferição da VAM, um teste com duração de 6 minutos (OJEDA *et al*., 2020) e outro com uma duração ainda menor, necessitando de 5 minutos de duração (DABONNEVILLE *et al*., 2003). O teste conduzido por Ojeda *et al* (2020) realizado em

seis minutos foi validado comparando-o aos valores encontrados da VAM a partir de um teste de VO_{2max} em esteira, sendo a velocidade da VAM estabelecida no teste de esteira usado para a determinação da velocidade do teste de tempo até a exaustão em pista, na população de atletas universitários de endurance. O Tlim na velocidade que corresponde a VAM foi de 356,4+/-52,9 e 327,0+/-120,2 segundos em homens e mulheres respectivamente. Dessa forma, foi proposto que o teste de seis minutos é válido para a população de atletas universitários masculinos de endurance. Os autores orientam para a realização de um teste mais curto mais a população feminina (entre 5 e 5,30 minutos). Já o teste de cinco minutos proposto por Dabonneville *et al* (2003) propõem uma equação, onde a VAM do sujeito avaliado é expressa em quilômetros por hora, multiplicando por 12 a distância percorrida durante o teste de cinco minutos: VAM=12 x d. O teste de cinco minutos apresenta uma boa confiabilidade entre teste e reteste (ICC > 0,94) e erro padrão de mensuração (SEM < 2%). Além disso os resultados demonstram que o teste de campo de cinco minutos é confiável para estimar a VAM com apenas um único teste (um ICC superior a 0,88 e um SEM inferior a 2,6%) em uma população heterogênea, o que pode ser de grande interesse para treinadores que buscam uma alternativa viável para a avaliação dos seus atletas sem perder muito tempo com avaliações em demasiado.

2.5 TESTE DE VELOCIDADE DE CORRIDA

O teste de velocidade de corrida originou-se do estudo de Weltman *et al* (WELTMAN *et al*., 1987), que buscou, a partir de um teste de pista, estimar os valores de VO_{2pico}, limiar de lactato (LL) e concentrações fixar de lactato sanguíneo (CFLS), através de um cálculo matemático, inicialmente em homens corredores. A necessidade de elaborar o teste veio da identificação do LL e CFLS como medidas com maior acurácia na predição do desempenho de endurance e aptidão física em corredores quando comparado ao uso de porcentagens da frequência cardíaca máxima, frequências cardíaca de reserva e VO_{2max}, já que estímulos de treinamento prescritos a partir desses parâmetros podem provocar diferentes condições de estresse fisiológicos (IANNETTA et al., 2020; WELTMAN *et al*., 1987, 1990, 1989). Outro estimulo para a elaboração do teste veio da dificuldade que treinadores tinham para obter informações referentes a parâmetros fisiológicos, pois testes, como o de

consumo máximo de oxigênio e lactato, eram impraticáveis e caros para avaliar um grande número de atletas (WELTMAN *et al*., 1987).

O teste baseia-se em percorrer uma distância de 3200 metros em pista de 400 metros, onde os sujeitos são instruídos a completar o percurso o mais rápido possível. Volta a volta e o tempo acumulado são fornecidos ao participante durante toda a corrida. É coletado os tempos para cada volta e o tempo total para completar o percurso, sendo o valor do tempo total o valor atribuído ao cálculo para a determinação dos parâmetros fisiológicos previstos (WELTMAN *et al*., 1987, 1990, 1989). Foi verificado quais variáveis são importantes para o desempenho do teste de 3200 metros, sendo variáveis biológicas (idade, percentual de gordura corporal), de aptidão física (agilidade, potência muscular, força isométrica, resistência abdominal, aptidão global, frequências da passada) e variáveis de treinamento (tempo de prática (meses), frequências/ semana e volume (km/semana)), as mais importantes, correspondendo a 86% da variância dos dados explicada pelo modelo linear (R^2=0,86) (THUANY; GOMES; ALMEIDA, 2021). O resultado do teste de 3200 metros foi proposto como um preditor importante para identificar atletas, principalmente homens, aptos a competirem no Campeonato Nacional de Cross Country da Divisão I da NCAA, além de identificar talentos do ensino médio com probabilidade de êxito em provas de 10 quilômetros, independente do sexo, e provas de 3 mil metros com obstáculo para mulheres e 5 mil metros com obstáculo para homens (BRUSA, 2018).

No estudo que deu origem ao teste de 3200 metros (WELTMAN *et al*., 1987) buscou-se demonstrar que os valores previstos eram precisos quando comparados aos valores reais. Os valores de predição do VO_2 (ml/kg.min^{-1}) no LL e CFLS apresentam um coeficiente de correlação grande, (VO_2-LL; r=0,77, SEE= 4.38 ml/kg.min $^{-1}$; VO_2- CFLS 2,0mM, r=0,75, SEE= 4,34 ml/kg.min $^{-1}$; VO_2- CFLS 2,5mM, r=0,75, SEE=3,93 ml/kg.min $^{-1}$; VO_2- CFLS 4,0mM, r=0,79, SEE= 4,17 ml/kg.min $^{-1}$; VO_{2pico}, r=0,73, SEE= 4,51 ml/kg.min $^{-1}$). Foi comparado também os coeficientes de correlação da velocidade associada a CFLS e velocidade de pico, apresentando valores também grandes de correlação (velocidade no LL, r=0,85, SEE=14,51 m/min; velocidade em CFLS 2,0mM, r=0,85, SEE= 13,33 m/min; velocidade em CFLS 2,5mM, r=0,86, SEE= 12,85 m/min; velocidade em CFLS 4,0mM, r=0,88, SEE=11,4 m/min; velocidade de pico, r=0,87, SEE= 11,12 m/min). Esses resultados demonstraram que o teste de 3200 metros é preciso e válido para verificar a velocidade associada ao LL, CFLS de 2,0mM, 2,5mM, 4,0mM e valores de pico de corredores masculinos.

Dois anos após a primeira publicação sobre o teste de velocidade de corrida, Weltman et al (WELTMAN *et al*., 1989) buscou expandir os seus resultados para a população feminina, composta por mulheres destreinadas. Neste novo estudo, os autores obtiveram resultados similares aos encontrados na população de homens corredores (WELTMAN *et al*., 1987), validando o seu uso para mulheres destreinadas. Como o estudo anterior limitou-se a mulheres destreinadas, o mesmo grupo publicou posteriormente uma outra pesquisa incorporando participantes femininas de diferentes níveis de aptidão física e capacidades de corrida (WELTMAN *et al*., 1990), onde foi demonstrado que o teste é válido para prever a velocidade associada a VO_{2pico}, CFLS a 2,0mM, 2,5mM, 4,0mM e LL independentemente do nível e estado de treinamento de mulheres.

O teste de 3200 metros vale-se para sua aplicabilidade prática, identificando diferentes velocidades associadas aos parâmetros fisiológicos a partir dos valores do teste, o que contribui para a prescrição de treinamento e sua aderência no meio prático (WELTMAN *et al*., 1990). Contudo, a literatura que fundamenta o teste ainda é muito escassa, o que dificulta o seu entendimento em diferentes contextos do esporte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 PARTICIPANTES

A amostra foi extraída de forma não probabilística por conveniência e composta de 60 corredores recreacionais, residentes de Curitiba e Região Metropolitana, sendo 34 homens e 26 mulheres. A participação na pesquisa foi realizada de forma voluntária, necessitando que os mesmos possuíssem no mínimo 12 meses de prática e estarem familiarizados com provas de cinco quilômetros. Os homens deveriam apresentar um tempo igual ou inferior a 25 minutos para completar uma corrida de 5 quilômetros e as mulheres deveriam apresentar um tempo igual ou inferior a 30 minutos. Atletas que competirão principalmente em provas de 10 quilômetros também foram recrutados, onde os homens necessitarão apresentar um tempo igual ou inferior a 55 minutos para completar esta prova, e as mulheres um tempo menor ou inferior a 60 minutos. Os participantes que relataram alguma doença crônica, uma lesão recente que possa comprometer o desempenho nos testes. além de alguma resposta positiva no Questionário Revisado de Prontidão para Atividade física (rPAR-Q) (ANEXO 1) não puderam compor a pesquisa.

Previamente ao início do estudo, os participantes foram instruídos e esclarecidos sobre os objetivos da pesquisa, bem como assinam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética (CAAE 62821922.7.0000.0102) e aderiu à Resolução 466/2012.

3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Os participantes foram requisitados para comparecerem ao Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná em seis momentos, a onde foi realizado todos os procedimentos da pesquisa, sejam eles os testes em laboratório ou testes de pista, seguindo o roteiro:

Primeira visita (pré-teste): foi realizado a caracterização da amostra através da aferição da massa corporal, estatura e IMC além constatação da idade. Os participantes foram perguntados se os mesmos realizavam em suas sessões de treinamento corridas continuas, corridas de ritmo e corridas intervaladas, na distância de 400 metras e um quilometro, a fim de identificar a velocidade média de realização

desses modelos de treinamento. Ainda houve a realização do teste T10 como forma de familiarização nas dependências do laboratório.

Segunda visita: neste dia houve o reteste T10 para a aferição da velocidade crítica, realizado dentro das dependências do laboratório.

Terceira visita: foi realizado o teste de 3200 metros na pista de atletismo.

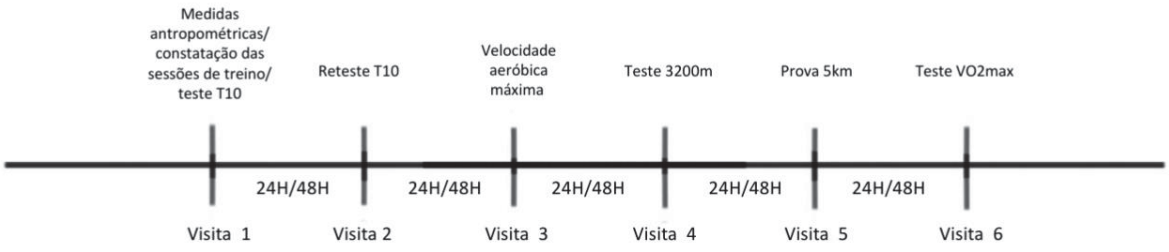
Quarta visita: foi realizado o teste de 5 minutos para a determinação da velocidade aeróbica máxima na pista de atletismo.

Quinta visita: foi realizado uma prova de 5 quilômetros para determinar a velocidade média da corrida de 5 quilômetros, em uma pista de atletismo.

Sexta visita: foi realizado o teste de VO_{2max} no laboratório para a determinação da potência aeróbica máxima como forma de caracterização dos participantes.

Os testes foram separados por um período não inferior a 24 horas e o tempo máximo para a conclusão de toda a rotina de testes não foi maior que três semanas. Todos os testes foram realizados no mesmo período do dia com o intuído de reduzir a interferência nos resultados por esta variável. Os participantes foram orientados a se absterem de exercícios pesados e álcool nas 24 horas que antecedem os testes, além de ingestão de alimentos estimulantes e cafeína três horas antes de cada teste. A figura 1 representa de forma visual o roteiro de teste a qual os participantes foram submetidos.

FIGURA 1 – Cronograma de realização da rotina de testes



3.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

A avaliação antropométrica teve como finalidade a caracterização da amostra, a onde foi mensurada a estatura, massa corporal, e Índice de Massa Corporal (IMC) seguindo as orientações do protocolo ISAK (MARFELL-JONES *et al*., 2012).

A aferição da estatura foi registrada em centímetros (cm) utilizando de um estadiômetro. O participante esteve descalço ou utilizando de meias finas e com roupas leves, a fim de facilitar a visualização do avaliador. O participante se posicionou de pé na base do estadiômetro, de costas para o aparelho tocando as escapulas, glúteos e calcanhares no suporte vertical. A cabeça esteve posiciona no plano de Frankfurt e o peso corporal distribuído igualmente entre ambos os pés, braços posicionados no prolongamento do tronco e as mãos voltadas para as coxas.

A parte móvel do aparelho tocou o topo da cabeça exercendo pressão suficiente para pressionar o cabelo até tocar a caixa craniana. O avaliador se posicionou de forma que fosse possível visualizar a parte móvel do estadiômetro e conseguir registrar a estatura.

Posteriormente, a massa corporal foi mensurada em quilogramas (kg) utilizando de uma balança eletrônica. Para esta medida, o participante deveria se apresentar descalço e com o mínimo de roupas possível a fim de reduzir a influência destes utensílios na aferição do aparelho. O participante se posicionou de pé, em cima e no centro do local destinado a ele no aparelho. O peso corpo deveria ser distribuído entre ambos os pés, permanecendo imóvel até o aparelho registrar a massa corporal. O avaliador deveria se posicionar em um ângulo se seja de fácil visualização do leitor do aparelho para o mesmo registrar a medida.

Com estas medidas em mãos, foi determinado o Índice de Massa Corporal (IMC) a partir da equação: IMC: massa (Kg)/(estatura(cm))². Os valores registrados pelo IMC foram comparados com a tabela de classificação de peso corporal que estratifica os indivíduos em baixo peso (valor abaixo de 18,5), peso ideal (18,6 até 24,9), sobrepeso (25 até 29,9), obesidade (acima de 30).

3.4 ANÁLISE DE GASES

O ar expirado foi analisado durante o teste de determinação do VO_{2max} a partir de um sistema de telemetria portátil (K4b2, COSMED, Roma, Itália) sendo fixado nas costas dos participantes. Antes da realização de cada teste, foi calibrado o medidor de vazão da turbina utilizando de uma seringa de 3 litros (COSMED, Roma, Itália) e o analisador foi calibrado a partir do ar ambiente, sendo a pressão parcial de oxigênio assumida em 20,9%, e uma mistura gasosa e concentrações conhecidas (16% O2; 5% CO2; equilíbrio N2), de acordo com as instruções do fabricante

3.5 DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA AERÓBICA

A determinação da potência aeróbica consistiu em os participantes realizarem um teste de exercício incremental até a fadiga voluntária em uma esteira ergométrica com a intenção de determinar o consumo máximo de oxigênio. O teste iniciou com cinco minutos de aquecimento a 2.22 metros por segundo (m/s), e iniciou a 2.78 e 2.5 m/s para os homens e mulheres, respectivamente. A cada minuto a velocidade foi aumentada em 0.28 m/s até que o participante atingisse a fadiga voluntária. Os gases expiratórios foram medidos continuamente e calculados em um intervalo de 15 segundos para determinar as taxas de VO_2 e variáveis cardiorrespiratórias. A frequência cardíaca foi medida continuamente com um monitor de frequência cardíaca (Polar H10, Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia). A cada minuto a percepção subjetiva de esforço foi registrada através da escala *OMNI Walk/Run* (ANEXO 2). O VO_{2max} foi definido como sendo o VO_2 nos últimos 30 segundos do teste caso o participante atinja um dos três critérios a seguir: (a) um platô no consumo de oxigênio (≤150 mL.min $^{-1}$em VO_2 nos últimos 30 segundos do teste), (b) uma relação de trocas respiratórias >1 e (c) 90% da frequência cardíaca máxima prevista pela idade (208 - 0,7 x idade) (DAY *et al*., 2003).

3.6 DETERMINAÇÃO DO VELOCIDADE CRÍTICA (T10)

Os participantes realizaram uma corrida de familiarização e um teste submáximo de dez minutos (T10) em uma esteira ergométrica calibrada (Master Super ATL, Inbramed, Brasil). Antes do início do teste, os participantes foram orientados a ler as instruções do teste: “Durante a próxima tentativa, você correrá em um ritmo forte autosselecionado pelos próximos 10 minutos. Você terá os primeiros 5 minutos da corrida para fazer ajustes na velocidade para garantir que você selecionou um ritmo forte e para que possa completar os últimos 5 minutos com um desempenho ideal. Após os primeiros 5 minutos, você não poderá fazer novos ajustes na velocidade. Você será lembrado do tempo decorrido nos últimos 30 s, 20 s e 10 s para completar os primeiros 5 min.”. A esteira iniciou com uma velocidade de 1,1 m/s (4 Km/h) e os participantes poderiam aumentar ou diminuir a velocidade da esteira em 0,03 m/s (0,1 Km/h). A esteira foi fixada em 1% de inclinação sem a possibilidade de alteração dessa

medida, uma vez em que essa condição é a que reflete com maior precisão as condições de corrida ao ar livre (JONES; DOUST, 1996). A tela da esteira foi obstruída para que o participante não tivesse informação sobre a velocidade, tempo e distância percorrida. O avaliador não esteve dentro do campo de visão do participante com o intuito de diminuir a interação do avaliado com o ambiente externo.

3.5 TESTE DE CINCO MINUTOS (VELOCIDADE AERÓBICA MÁXIMA)

Previamente ao teste, os participantes realizaram um aquecimento que consistiu em correr em um ritmo autosselecionado de aproximadamente cinco minutos. Ao iniciar o teste, os sujeitos foram orientados a percorrer a maior distância na pista de atletismo de 400 metros dentro de um período de cinco minutos. A cada volta, o tempo restante para completar a prova era informado ao participante. O desempenho do sujeito foi medido através de um cronometro manual para o controle do tempo decorrido, e de uma fita métrica para a distância percorrida. A Velocidade Aeróbica Máxima (VAM) foi registrada em quilômetros para cada sujeito, onde foi multiplicado por 12 a distância percorrida (d, em quilômetros) no teste de cinco minutos: VAM= 12xd.

3.6 TESTE V3200M

Previamente ao início do teste, os participantes foram orientados a realizar um aquecimento autosselecionado de aproximadamente cinco minutos na pista. Ao início do teste, cada sujeito correu um contra relógio de 3200 metros na pista de atletismo. Os participantes deveriam completar o percurso no menor tempo possível. A cada volta (400m) o número de voltas restantes foi informado aos participantes até o final dos 3200 metros. Houve encorajamento verbal a todo o momento do teste. Registramos o tempo através de um cronômetro manual. A velocidade média dos participantes foi determinada dividindo a distância total percorrida pelo tempo gasto para completar a prova

3.7 DESEMPENHO NA PROVA DE 5 KM

Antes do início do teste, os participantes foram instruídos a realizar um aquecimento autosselecionado com duração aproximada de cinco minutos na pista de atletismo. Os participantes, ao início do teste, deveriam completar os cinco quilômetros o mais rápido possível, sendo eles livres para escolher as suas estratégias de ritmo durante a prova. Informamos a distância completada volta a volta (400m). Selecionamos pequenos grupos de aproximadamente 10 participantes da pesquisa para completarem o trajeto de forma simultânea, com a intenção de promover um efeito de competição e aumentar o empenho dos mesmos para completar o percurso. A velocidade média dos participantes foi registrada dividindo a distância total percorrida pelo tempo gasto para completar a prova.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade da amostra foi verificada através do teste de Kolmogorov Smirnov, e os resultados da estatística descritiva serão apresentados em média, desvio padrão e valores mínimos e máximos. Um Modelo Linear Generalizado (MLG) foi realizado para comparar as velocidades médias adquiridas nos testes de velocidade crítica (T10), velocidade aeróbia máxima (VAM), teste de 3200 metros e o desempenho de uma prova de 5 Km, além da diferença nos resultados supracitados entre homens e mulheres que compõem a amostra. Outro MLG foi realizado para comparar as velocidades médias adquiridas no T10, VAM, 3200 metros, com as sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corridas intervaladas de 1km e 400 metros, além da diferença nos resultados supracitados entre homens e mulheres que compõem a amostra. Uma análise *post hoc* com correção de Bonferroni foi realizada quando apropriada. Para verificar a magnitude da diferença entre as medidas, o Cohen's *d* foi utilizado como medida de tamanho de efeito. A magnitude da diferença foi interpretada como trivial (≤0.2); pequena (>0.2 – 0.6); moderada (0.6 – 1.2); grande (>1.2 – 2.0); muito grande (>2.0) (HOPKINS et al., 2009).

Além de identificarmos as diferenças entre as medidas, uma regressão linear em cada fator (T10, VAM e teste de 3200 metros) da variável independente (testes de desempenho) para a variável dependente (desempenho na prova de 5 Km), para estabelecer o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado) e o erro padrão. Foi definido o nível de significância de todas as análises estatísticas em $p<0,05$. A análise

estatística foi realizada usando o Jamovi (versão 2.3.18 [Software de computador], obtido em https://www.jamovi.org/).

4 RESULTADOS

Sessenta corredores recreacionais participaram deste estudo. Destes, 34 são do sexo masculino e 26 do feminino, onde nem todos realizaram todos os testes e nem relataram todas as distâncias nas sessões de treinamento. A TABELA 1 apresenta as características antropométricas e fisiológicas destes corredores.

TABELA 1. Caracterização dos corredores recreacionais. Dados são apresentados em média e desvio padrão.

Parâmetros	**Média ± DP**	
	Mas.	**Fem.**
Idade (anos)	32.8 ± 5.2	33.3 ± 4.8
Massa (kg)	73.3 ± 9.3	59.3 ± 7.1
Estatura (cm)	176.3 ± 5.9	164.5 ± 5.3
IMC (kg/m²)	23.5 ± 2.4	21.9 ± 2.4
$VO_{2máx}$ (mL/kg/min)	55.79 ± 5.44	49.27 ± 6.11

Legenda: kg: quilograma; cm: centímetros; mL: mililitros; m²: metros quadrados; min: minuto; IMC: índice de massa corpórea. Fonte: o autor (2023).

As velocidades médias obtidas nos testes T10, VAM, 3200m e 5km separada por sexo estão descritos na TABELA 2.

TABELA 2 – Valores de velocidade média dos testes T10, Velocidade Aeróbia Máxima, 3200m e prova de 5km em metros por segundo (m/s), para os homens (Mas.) e mulheres (Fem.). Número de participantes que completaram cada teste (n). Dados são expressos em média e desvio padrão, além dos valores mínimos e máximas das velocidades registradas.

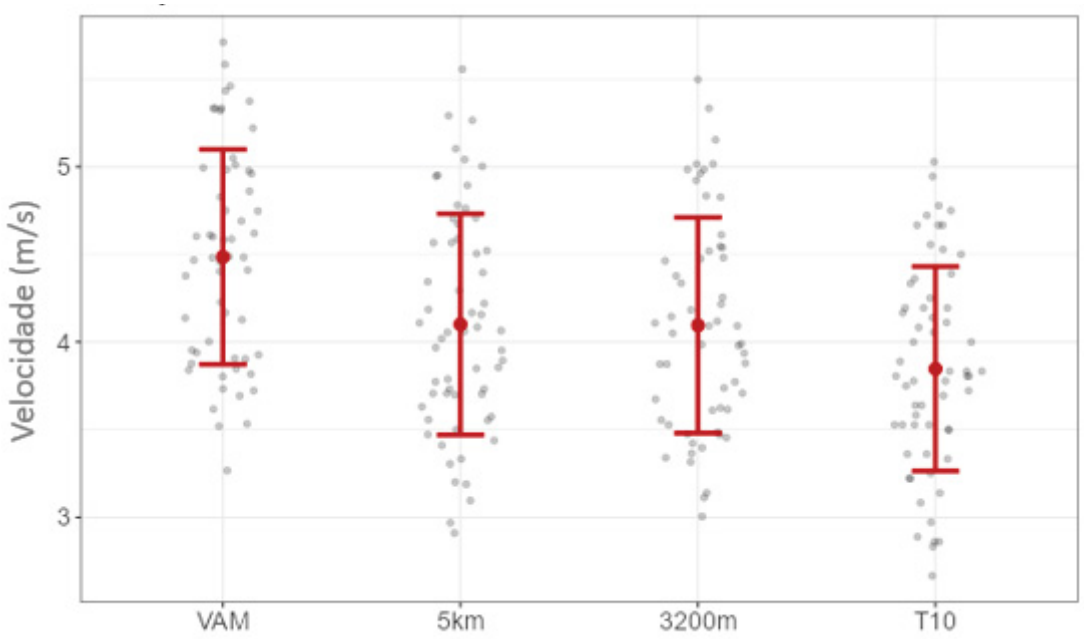
Teste	**n**		**Média ± DP (m/s)**		**Mínimo (m/s)**		**Máximo (m/s)**	
	Mas.	**Fem.**	**Mas.**	**Fem.**	**Mas.**	**Fem.**	**Mas.**	**Fem.**
T10	34	26	4.15 ± 0.48	3.45 ± 0.45	3.22	2.67	5.03	4.36
VAM	32	25	4.88 ± 0.44	3.98 ± 0.37	3.94	3.27	5.71	4.75
3200m	32	25	4.45 ± 0.53	3.64 ± 0.37	3.46	3.00	5.50	4.46
5km	34	26	4.44 ± 0.54	3.65 ± 0.43	3.50	2.91	5.56	4.67

Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima; m: metros; s: segundos; km: quilômetros. Fonte: o autor (2023).

A análise de MLG demonstrou que houve um efeito principal do teste (χ^2= 52,20 gl= 3, p<0.001) e do sexo (χ^2= 173.94, gl= 1, p<0.001). Ao comparar as

diferenças entre as médias, observou-se que o T10 foi diferente do 5km (p=0.024, *d*= 0.55 (pequeno), IC95%: -0.05 – 0.56), VAM (p<0.01, *d*= 1.39 (grande), IC95%: 0.33 – 0.95) e do 3200m (p= 0.029, *d*= 0.55 (pequeno), IC95%: -0.06 – 0.56). O teste de 3200m foi diferente da VAM (p<0.01, *d*= -0.85 (moderado), IC95%: -0.71 – -0.07). Por fim, o teste de VAM foi diferente da prova de 5km (p<0.01, *d*= 0.84 (moderado), IC95%: 0.08 – 0.7). Ao comparar a diferença entre os sexos, o desempenho dos homens foi diferente do desempenho das mulheres analisadas (p<0.01, *d*= 1.74 (grande), IC95%: 0.63 – 0.97). A distribuição das velocidades do T10, VAM, 3200m e prova de 5km está apresentada na FIGURA 2.

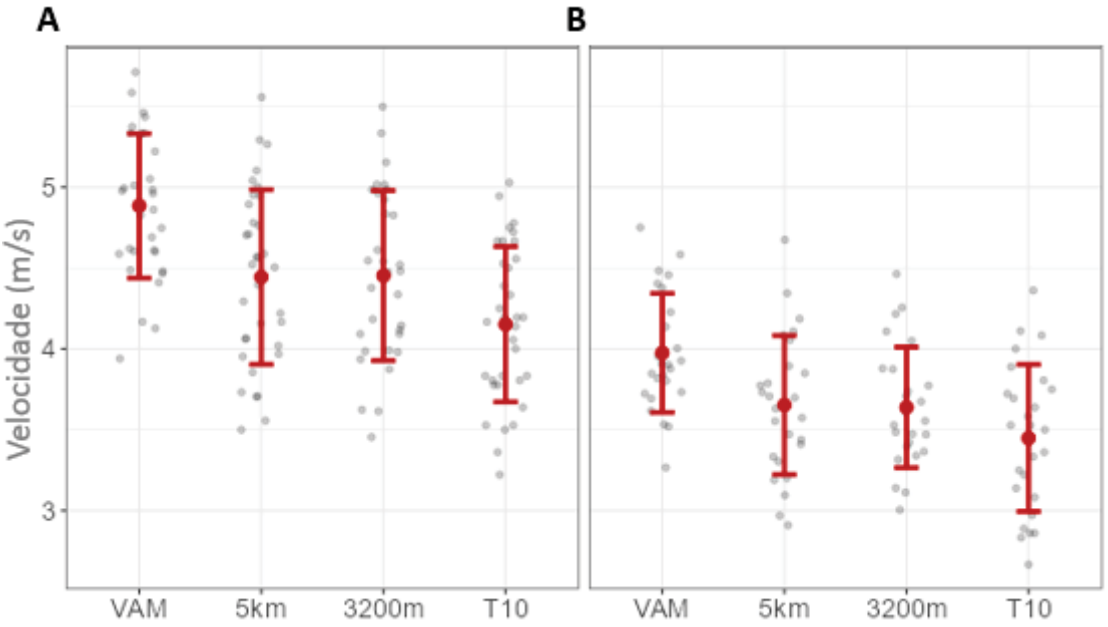
FIGURA 2- Distribuição da velocidade do T10, VAM, 3200m e 5km



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima; (m/s): metros por segundo. Fonte: o autor (2023).

A distribuição das velocidades do T10, VAM, 3200m e prova de 5km separada pelo sexo dos participantes está apresentada na FIGURA 3.

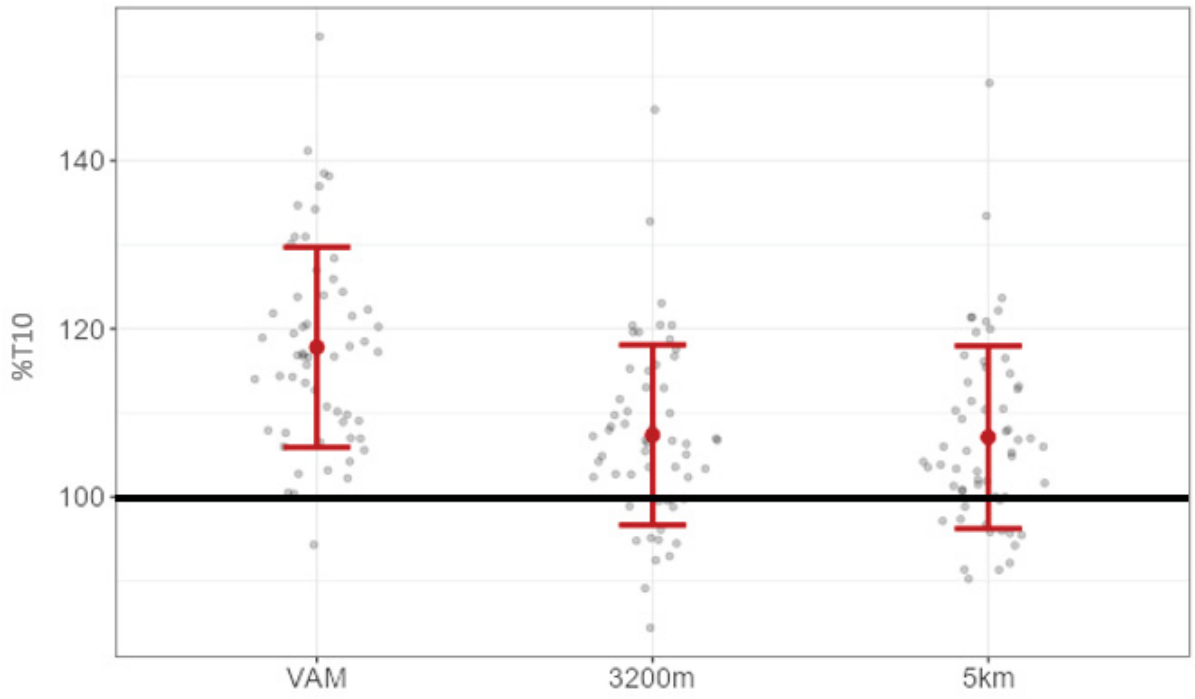
FIGURA 3- Distribuição da velocidade do T10, VAM, 3200m e 5km nos homens (A) e nas mulheres (B)



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima; (m/s): metros por segundo. Fonte: o autor (2023).

O percentual do desempenho no teste de VAM, 3200m e o desempenho em 5Km foram 117.8%, 107.4% e 107.1% do T10, respectivamente. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 4.

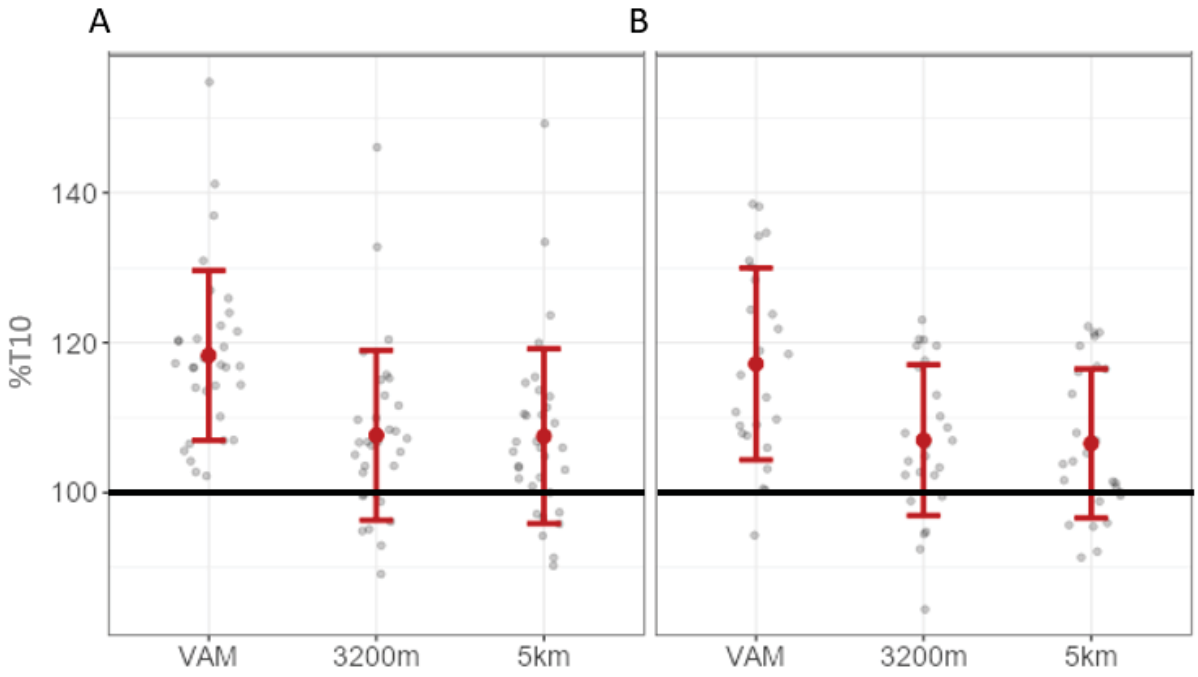
FIGURA 4- Percentual do T10 em relação a VAM, 3200m e 5km



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima. Fonte: o autor (2023).

Separando a amostra pelo sexo, o percentual de desempenho no teste de VAM, 3200m e o desempenho em 5km do T10 foi 118.3%, 107.6% e 107.5% respectivamente para os homens e 117.2%, 107% e 106.6% respectivamente para as mulheres. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 5.

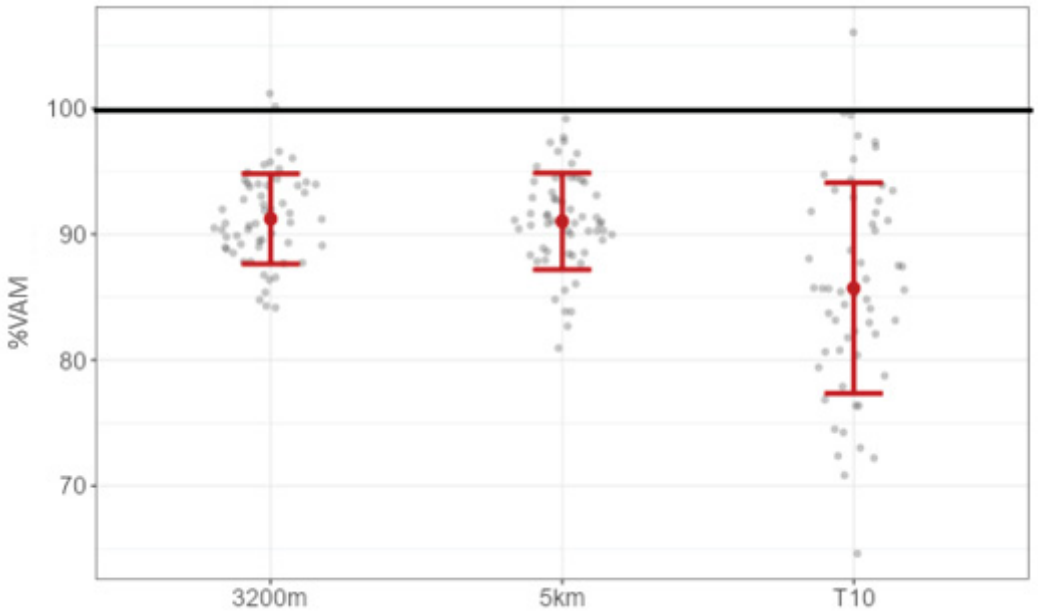
FIGURA 5- Percentual do T10 em relação a VAM, 3200m e 5km, para os homens (A) e mulheres (B)



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima. Fonte: o autor (2023).

O percentual do desempenho no teste de T10, 3200 metros e o desempenho em 5Km estão 85.7%, 91.2% e 91% da VAM, respectivamente. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 6.

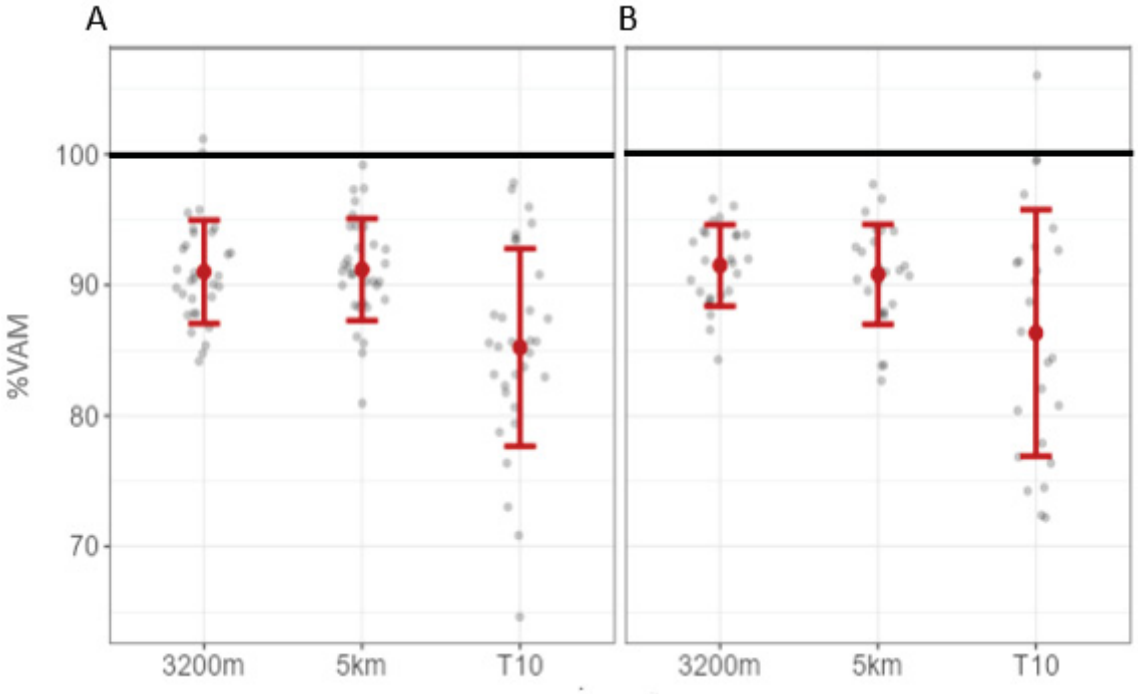
FIGURA 6- Percentual do VAM em relação ao 3200m, 5km e T10



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima. Fonte: o autor (2023).

Para a amostra separa pelo sexo, o percentual de desempenho no teste T10, 3200m e o desempenho na prova de 5km para a VAM foi 85.7%, 91.2% e 91% respectivamente para os homens e 86.3%, 91.5% e 90.8% respectivamente para as mulheres. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 7.

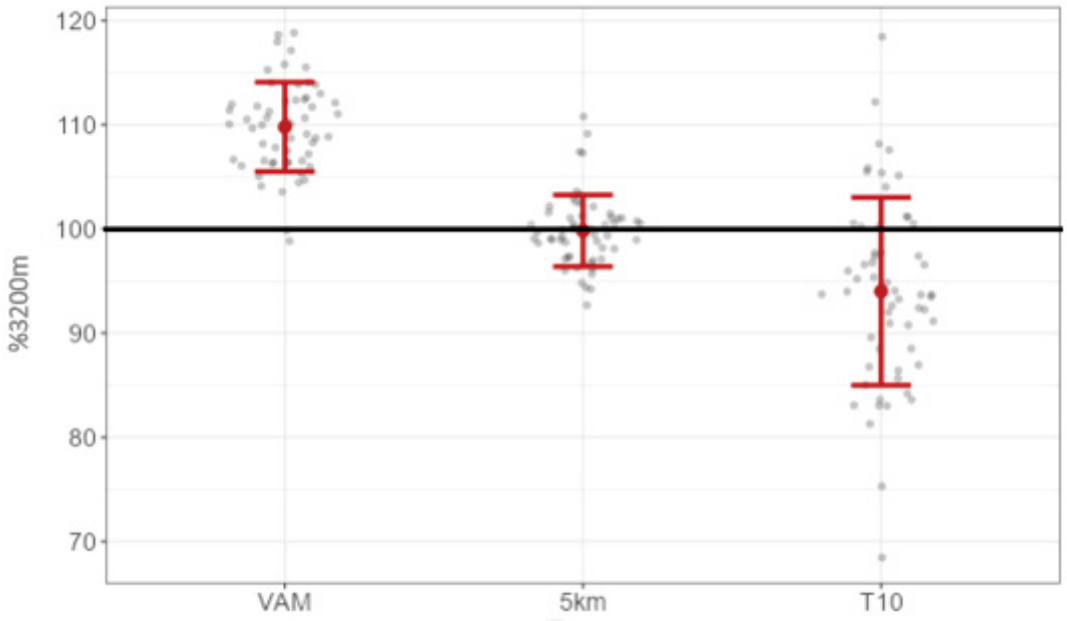
FIGURA 7- Percentual do VAM em relação o 3200m, 5km e T10, para os homens (A) e as mulheres (B)



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima. Fonte: o autor (2023).

O percentual do desempenho no teste T10, VAM e o desempenho em 5Km estão 94%, 109.8% e 99.8% da 3200m, respectivamente. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 8.

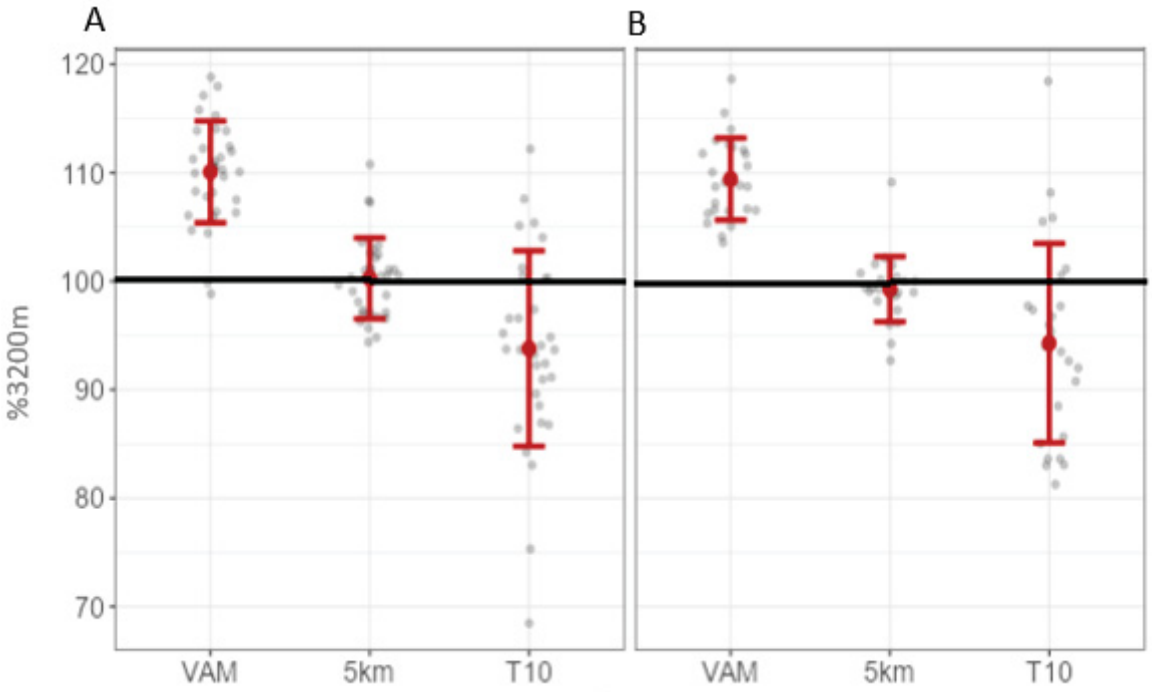
FIGURA 9- Percentual do 3200m em relação a VAM, 5km e T10



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima. Fonte: o autor (2023).

Separando os participantes pelo sexo, o percentual de desempenho no teste de T10, VAM e o desempenho em 5km da 3200m foi 94%, 109.8% e 99.8% respectivamente para os homens e 94.3%, 109.4% e 99.3% respectivamente para as mulheres. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 10.

FIGURA 10- Percentual do 3200m em relação a VAM, 5km e T10, para os homens (A) e mulheres (B)



Legenda: VAM: velocidade aeróbia máxima. Fonte: o autor (2023).

As informações autorrelatadas de velocidade média de corrida continua, corrida de ritmo e corridas intervaladas de 1km e 400m separadas pelo sexo estão apresentadas na TABELA 3.

TABELA 3 – Valores de velocidade média das sessões de corrida continua (vCC), de ritmo (vCR) e intervalada (400m e 1000m) em metros por segundo (m/s), nos homens (Mas.) e mulheres (Fem.). Número de participantes que completaram cada teste (n). Dados são expressos em média e desvio padrão, além dos valores mínimos e máximas das velocidades registradas.

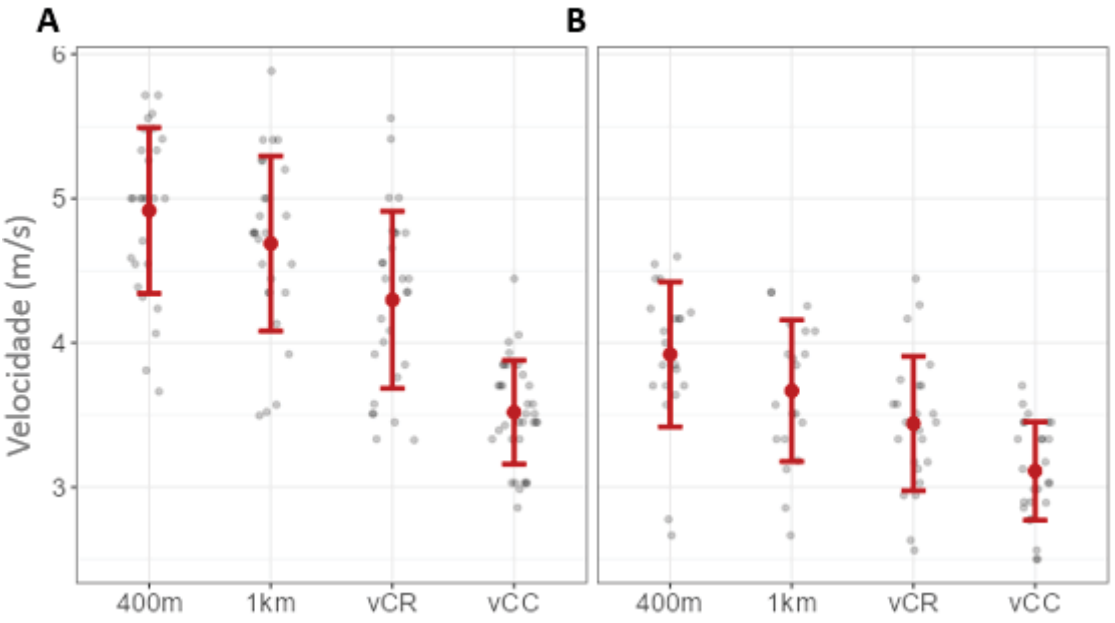
Teste	**N**		**Média ± DP (m/s)**		**Mínimo (m/s)**		**Máximo (m/s)**	
	Mas.	**Fem.**	**Mas.**	**Fem.**	**Mas.**	**Fem.**	**Mas.**	**Fem**
vCC	34	26	3.52 ± 0.36	3.11 ± 0.34	2.86	2.50	4.44	3.70
VCR	28	24	4.30 ± 0.61	3.44 ± 0.47	3.33	2.56	5.56	4.44
400m	27	21	4.92 ± 0.57	3,92 ± 0.50	3.66	2.67	5.71	4.60
1000m	27	20	4.69 ± 0.61	3.67 ± 0.49	3.50	2.67	5.88	4.35

Legenda: vCC: corrida continua; vCR: corrida de ritmo; m: metros; s: segundos; N°: número. Fonte: o autor (2023).

Analisando as velocidades médias das corridas continuas, corridas de ritmo e corridas intervaladas de 1km e 400 metros com o desempenho nos testes T10, VAM e 3200m, a análise de MLG apresentou que houve um efeito da interação entre as

sessões de corrida e o sexo (χ^2= 15.8, gl= 6, p=0.015). Ao comparar as diferenças entre as médias entre as sessões de corrida separada pelo sexo, para os homens, a corrida continua foi diferente da corrida de ritmo (p<0.01, *d*= -1.51 (grande), IC95%: -0.22 - -1.34), intervalada de 1km (p<0.01, *d*= -2.27 (muito grande), IC95%: -0.6 - -1.73) e 400m (p<0.01, *d*= -2.71 (muito grande), IC95%: -1.99 - -0.81), a corrida de ritmo foi diferente da corrida intervalada de 400m (p<0.01, *d*= -1.2 (moderado), IC95%: -1.18 - -0.06). Para as mulheres, observou-se que a corrida continua foi diferente da corrida intervalada de 1km (p=0.01, *d*= -1.3 (grande), IC95%: -1.09 - -0.02) e 400m (p<0.01, *d*= -1.89 (grande), IC95%: -1.34 - -0.28). A distribuição das velocidades das sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corrida intervalada de 1km e 400m para os homens e para as mulheres está apresentada na FIGURA 11.

FIGURA 11- Distribuição da velocidade das sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corrida intervalada de 1km e 400 metros para os homens (A) e mulheres (B)



Legenda: vCC: velocidade da corrida continua; vCR: velocidade da corrida de ritmo; m: metros; s: segundo. Fonte: o autor (2023).

Quando comparamos o desempenho no T10 com as sessões de corrida para cada sexo, nos homens, o T10 foi diferente da vCC (p<0.01, *d*= 1.23 (grande), IC95%: 1.19 – 0.07), v1km (p=0.002, *d*= -1.04 (moderado), IC95%: 0 - -1.07) e v400m (p<0.01,

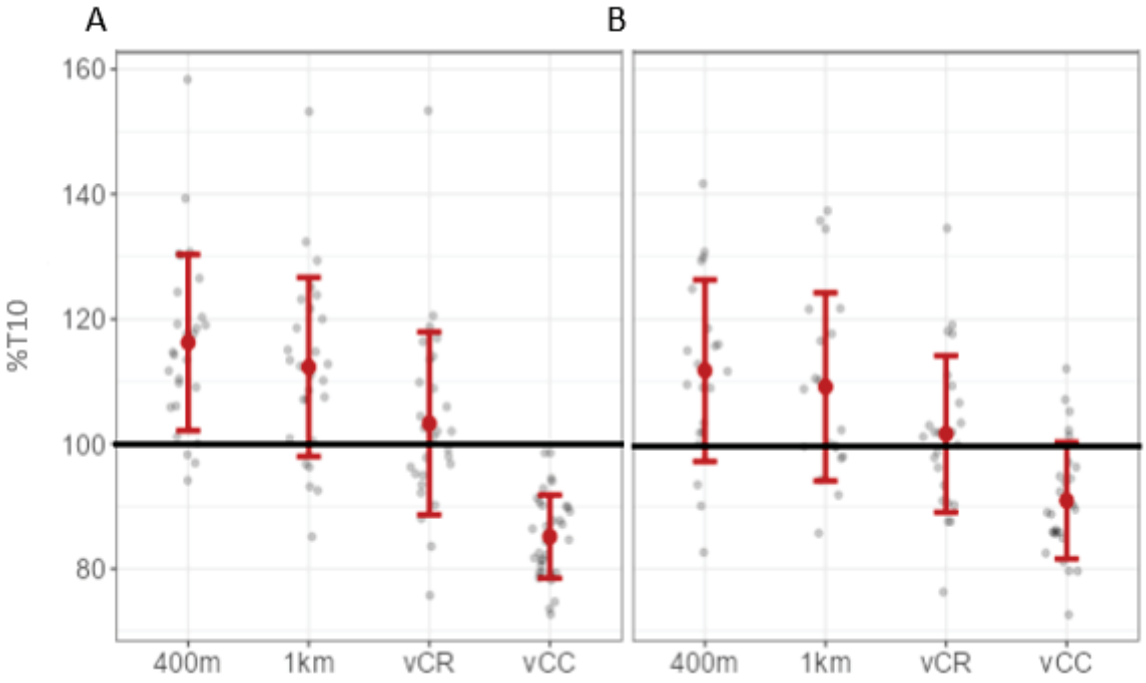
d= -1.48 (grande), IC95%: -0.21 - -1.32). Enquanto que para as mulheres, não houve diferença entre o T10 e as sessões de corrida.

Analisando o desempenho no 3200m com as sessões de corrida para cada sexo, nos homens o 3200m foi diferente da vCC (p<0.01, *d*= 1.81 (grande), IC95%: 0.37 – 1.5) e v400m (p=0.02, *d*= -0.9 (moderado), IC95%: -1.03 – 0.1). Enquanto que para as mulheres, o teste de 3200m foi diferente apenas que a vCC (p=0.01, *d*= 1.23 (grande), IC95%: 0.02 – 1.03).

Para as comparações do desempenho de VAM com as sessões de corrida para cada sexo, nos homens a VAM foi diferente da vCC (p<0.01, *d*= 2.65 (muito grande), IC95%: 0.78 – 1.95) e vCR (p<0.01, *d*= 1.14 (grande), IC95%: 0.03 – 1.14). Enquanto que para as mulheres, a VAM também foi diferente da vCC (p<0.01, *d*= 2.02 (muito grande), IC95%: 0.36 – 1.37) e vCR (p<0.01, *d*= 1.25 (grande), IC95%: 0.02 – 1.05).

Para a análise dos participantes separadas pelo sexo, o percentual de desempenho nas sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corrida intervalada de 1km e 400m do T10 foi 85.2%, 105.3%, 112.3% e 116.2% respectivamente para os homens e 90.9%, 101.6%, 109.1% e 111.7% respectivamente para as mulheres. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 12.

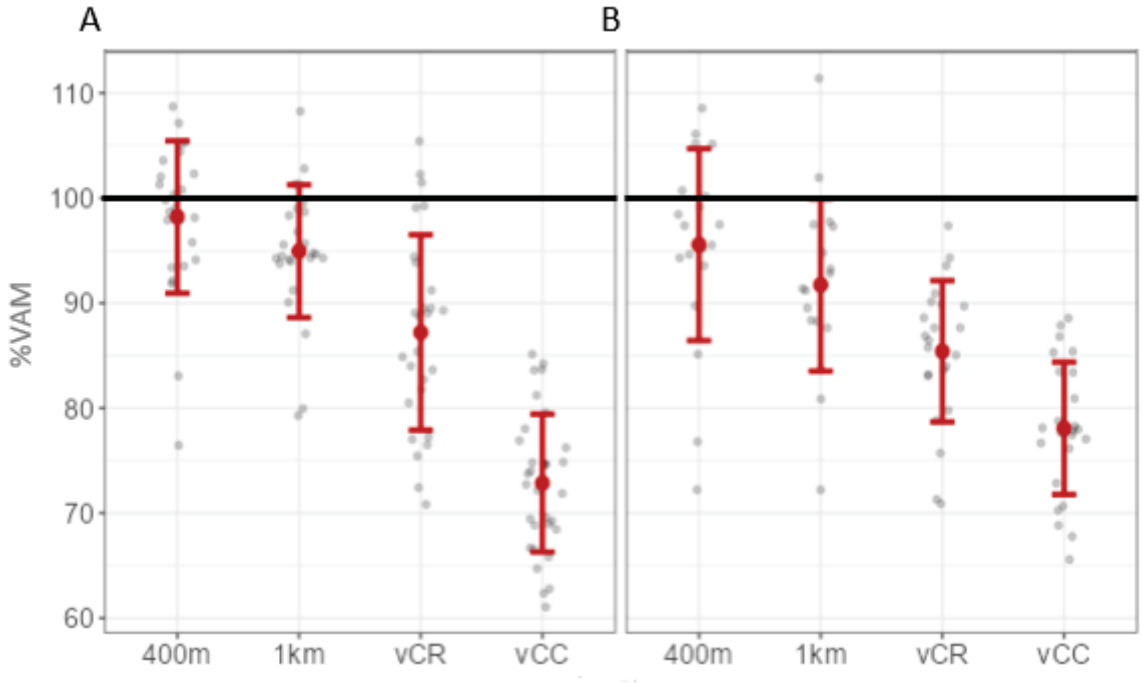
FIGURA 12- Percentual do T10 em relação a sessão de corrida continua (vCC), corrida de ritmo (vCR), corrida intervalada de 1km e 400 metros (400m), para os homens (A) e mulheres (B)



Legenda: vCC: corrida continua; vCR: corrida de ritmo. Fonte: o autor (2023).

Quando os participantes foram separados pelo sexo, o percentual de desempenho nas sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corrida intervalada de 1km e 400m da VAM foi 72.8%, 87.2%, 94.9% e 98.2% respectivamente para os homens e 78.1%, 85.4%, 91.7% e 95.6% respectivamente para as mulheres. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 13.

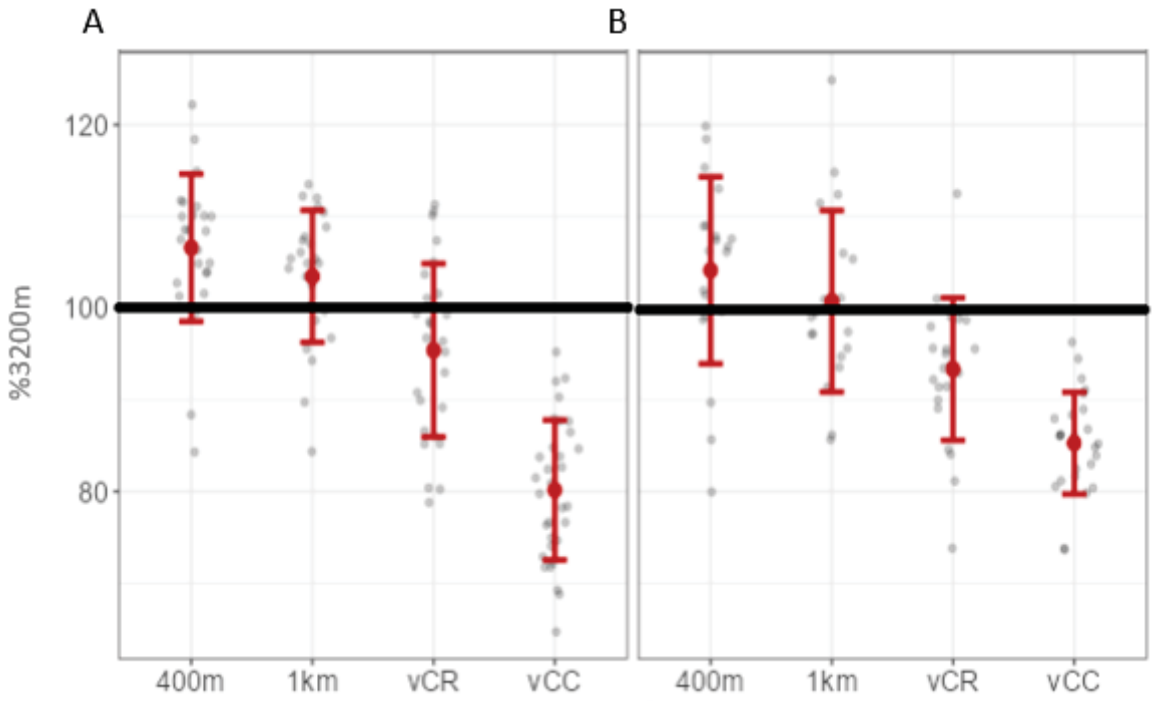
FIGURA 13- Percentual da VAM em relação a sessão de corrida continua (vCC), corrida de ritmo (vCR), corrida intervalada de 1km e 400 metros (400m), para os homens (A) e mulheres (B)



Legenda: vCC: corrida continua; vCR: corrida de ritmo. Fonte: o autor (2023).

Separando os participantes pelo sexo, o percentual de desempenho nas sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corrida intervalada de 1km e 400m da v3200m foi 80.2%, 95.4%, 105.5% e 106.6% respectivamente para os homens e 85.3%, 93.4%, 100.7% e 104.1% respectivamente para as mulheres. A distribuição dos dados está apresentada na FIGURA 14.

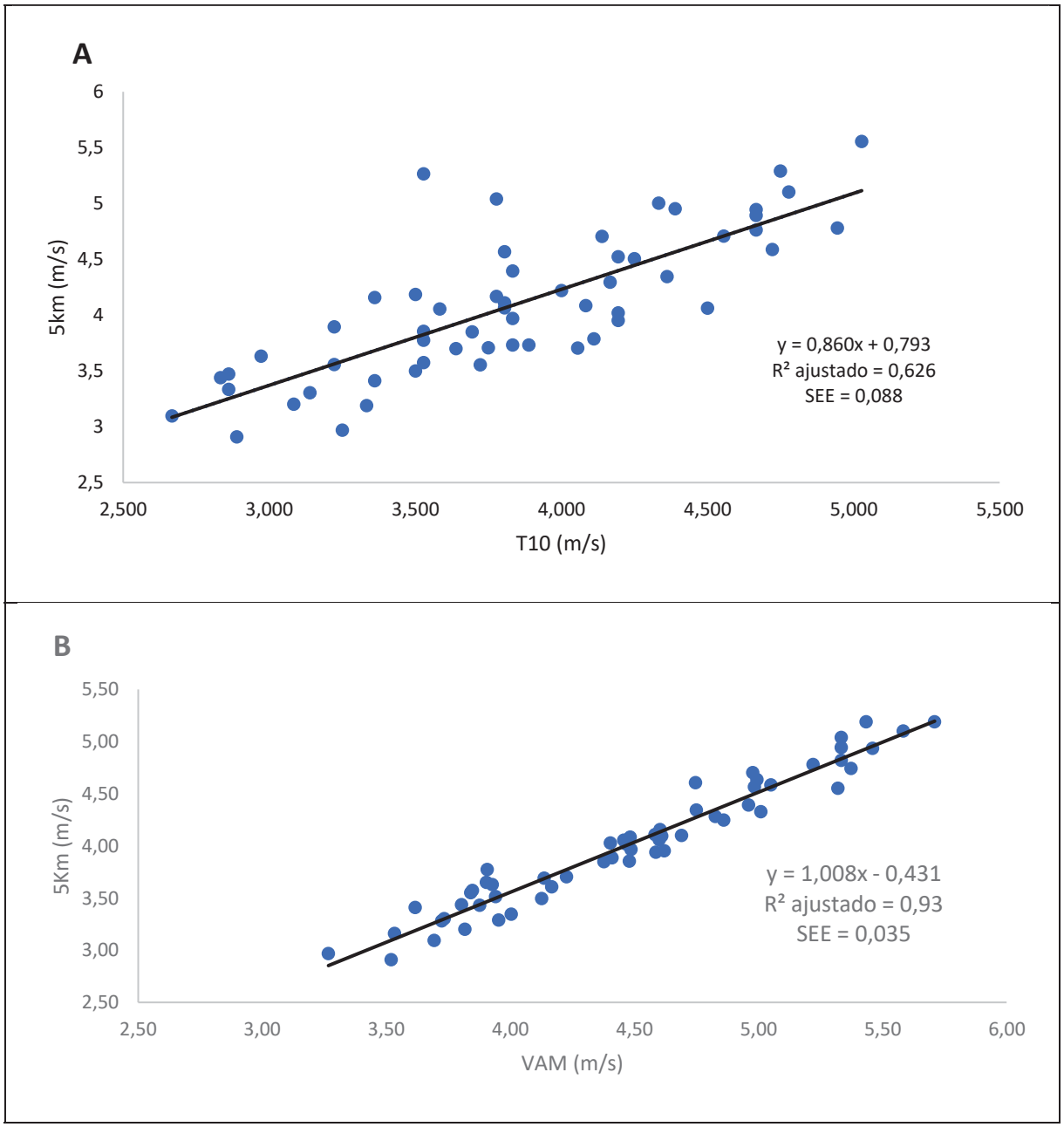
FIGURA 14- Percentual do 3200m em relação a sessão de corrida continua (vCC), corrida de ritmo (vCR), corrida intervalada de 1km e 400 metros (400m), para os homens (A) e mulheres (B)

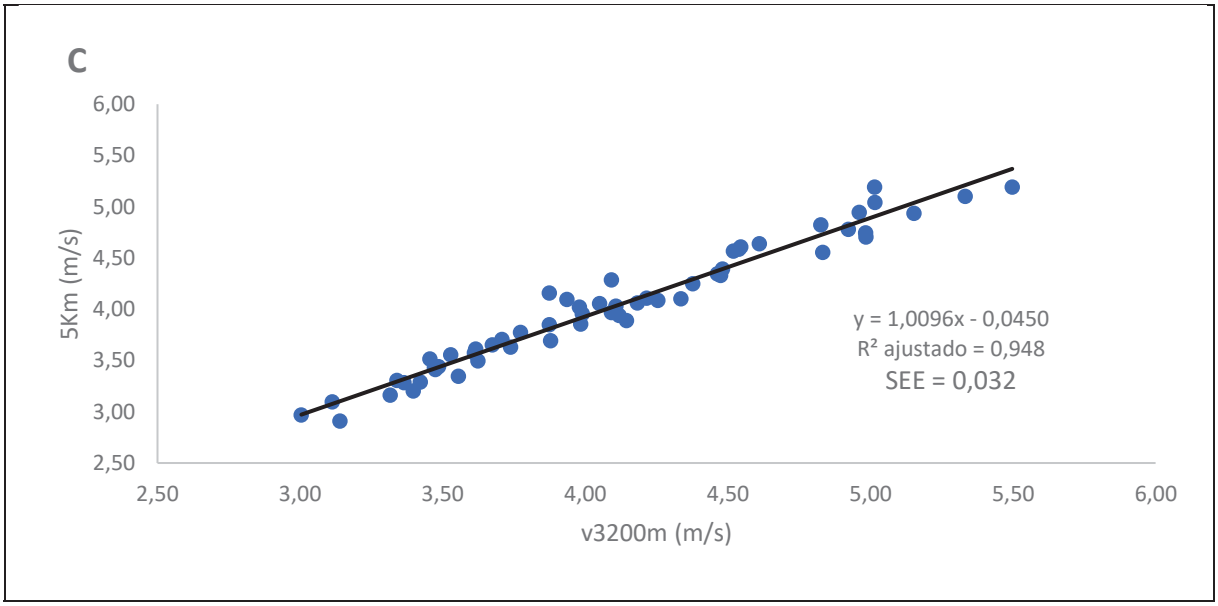


Legenda: vCC: corrida continua; vCR: corrida de ritmo. Fonte: o autor (2023).

A FIGURA 15 apresenta os gráficos da regressão linear e as respectivas equações para os 57 corredores recreacionais, 32 homens e 25 mulheres, sendo estes os que realizaram o rotina completa de testes de desempenho (T10, VAM e 3200m) e a prova de 5km.

FIGURA 15- Análise e regressão linear entre o teste T10 (A), Velocidade aeróbia Máxima (B) e o teste de 3200 metros (C) com o desempenho na corrida de 5Km em metros por segundo (m/s) dos 57 participantes. São apresentadas as respectivas equações de regressão, assim como o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajust) e erro padrão da estimativa (SEE)

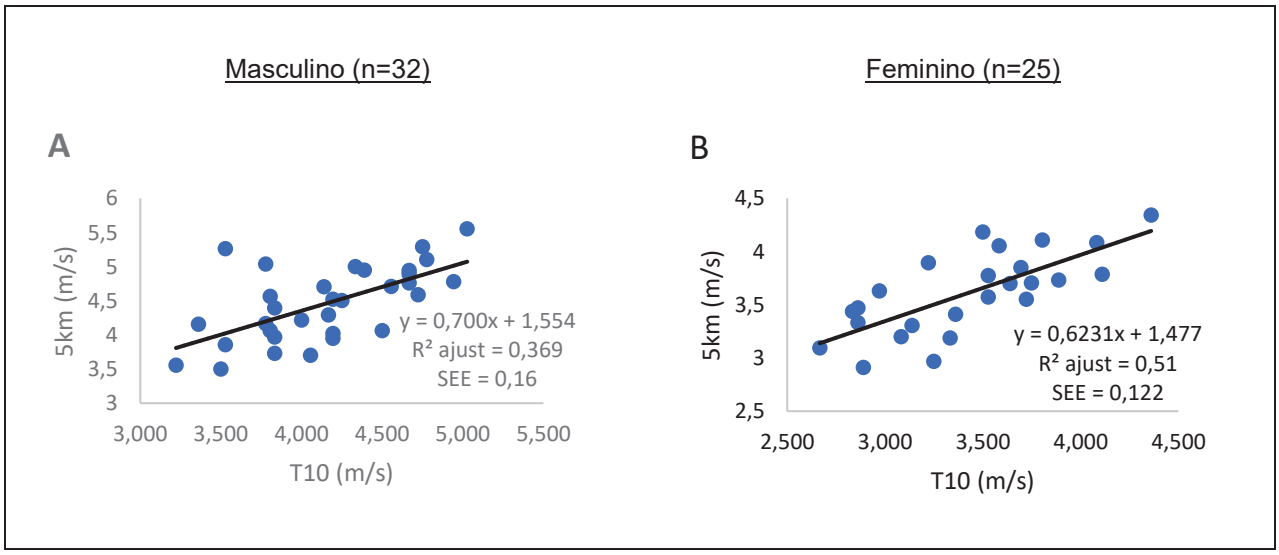

A
6
5,5
5
4,5
4
3,5
3
2,5
5km (m/s)
2,500
3,000
3,500
4,000
4,500
5,000
5,500
T10 (m/s)
y = 0,860x + 0,793
R² ajustado = 0,626
SEE = 0,088
B
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
5Km (m/s)
2,50
3,00
3,50
4,00
4,50
5,00
5,50
6,00
VAM (m/s)
y = 1,008x - 0,431
R² ajustado = 0,93
SEE = 0,035

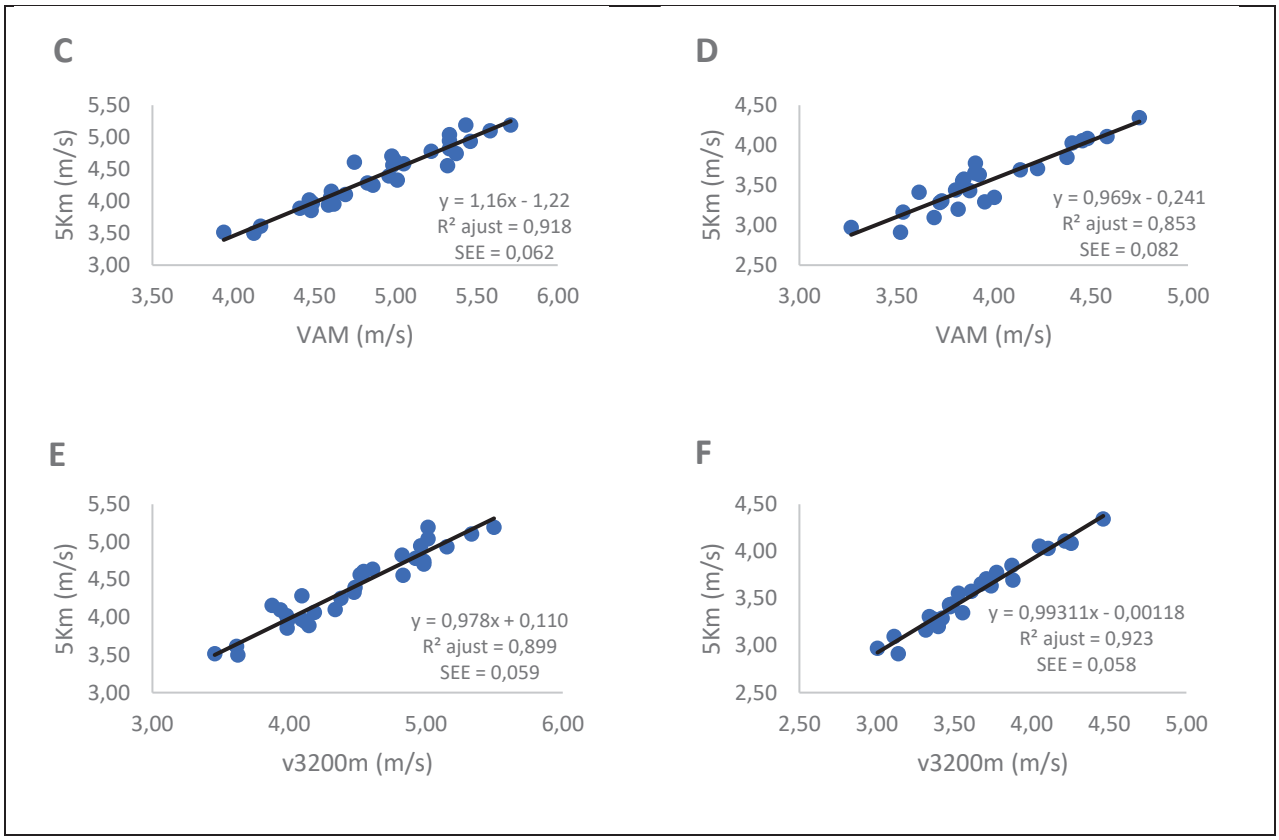


Legenda: VAM: Velocidade Aeróbia Máxima. Fonte: o autor (2023)

A FIGURA 16 apresenta os gráficos da regressão linear e as respectivas equações para os homens (n=32) e para as mulheres (n=25) de forma separada.

FIGURA 16 - Análise e regressão linear entre o teste T10 (A,B), Velocidade aeróbia Máxima (C,D) e o teste de 3200 metros (E,F) com o desempenho na corrida de 5Km em metros por segundo (m/s) dos 32 participantes do sexo masculino (A,C,E) e 25 participantes do sexo feminino (B,D,F). São apresentadas as respectivas equações de regressão, assim como o coeficiente de determinação ajustado (R² ajust) e erro padrão da estimativa (SEE)





Legenda: VAM: Velocidade Aeróbia Máxima. Fonte: o autor (2023)

5 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o poder de predição dos testes T10, VAM e 3200m para uma prova de corrida de 5km em corredores recreacionais, além de comparar o desempenho entre os testes T10, VAM e 3200m com a performance na corrida de 5km e comparar a velocidade média autorrelatada de sessões de corrida continua, corrida de ritmo, corrida intervalada de 1km e 400m com a performance nos testes T10, VAM e 3200m .Os resultados do presente estudo demonstram que o teste de 3200m tem a menor variação para a performance de 5km nos corredores recreacionais. Todos os testes analisados demonstraram serem bons preditores para o desempenho em corridas de 5km, de modo que os testes de 3200m, VAM e T10 explicam 94%, 93% e 63% na variação da performance de 5Km, respectivamente.

Este estudo foi o primeiro a comparar o poder preditivo dos testes 3200m, VAM e T10 para provas de 5km, onde todos apresentaram alto poder de predição. Os valores preditivos encontrados a partir do T10 estão em conformidade com achados anteriores (FIGUEIREDO et al., 2021; FOLLADOR; DE BORBA; DA SILVA, 2021). Os altos valores de predição nos testes 3200m e VAM podem ter ocorrido devido a característica de ambos os testes serem máximos, conduzindo o participante ao limite da performance e ao máximo da exaustão física, assim como a prova de 5km. Em contra partida, os valores de predição encontrados para o T10 foram inferiores, o que pode ser devido à falta de experiência dos participantes ou preterição com o uso de uma esteira rolante. Desse modo, os resultados desse estudo indicam que o desempenho em provas de 5km pode ser predito a partir de todos os testes analisados.

Este estudo também foi o primeiro a comparar a velocidade média dos testes de VAM (vVAM), 3200m (v3200m) e T10 (vT10), com a velocidade média em prova de 5km (v5km). Observou-se que a vT10 foi diferente da v3200m, v5km, sendo ambos 7% acima da vT10. Foster *et al.* (2022) também encontraram uma diferença de 7% entre a VC e uma prova de duas milhas em corredores bem treinados, contudo, este estudo não apresenta se houve diferença significativa dessas velocidades médias. No estudo de Kirby *et al.* (2021), foi demonstrado que a VC é uma variável preditora do desempenho em uma prova de 5km até a conclusão de pouco mais de dois terços da distância da prova em corredores de elite. Contudo, a posição final não estava correlacionada com a VC (R^2=0,04, p=0,58), entretanto, estava correlacionada com o

equilíbrio do D' mantido nos últimos 400m da prova (R^2= 0,95, p<0,05). Estes valores sugerem que a interação dos recursos energéticos e uma estratégia de ritmo que seja possível a utilização e esgotamento do metabolismo anaeróbico seja parte crucial da performance nessa prova, aumentando a velocidade nos momentos finais da corrida, elevando a velocidade média para valores acima da VC. Como as provas de 1 milha a 10km apresentam características semelhantes no que se refere ao ritmo de prova (TUCKER; LAMBERT; NOAKES, 2006) isso justificaria a proximidade nos resultados no teste 3200m e na prova de 5km, assim como pode ser motivo de ambos ocorrem em uma velocidade média superior a VC.

Os resultados também demonstraram que a vVAM foi diferente da vT10, v3200m e v5km, sendo 14%, 9% e 9% respectivamente abaixo da vVAM. Renoux et al. (2020) observaram que o tempo limite de duração a 100% da velocidade da VAM em corredores masculinos sub elite é de 269 ± 77 segundos, o que não seria compatível com a duração de uma prova de 5km. Os valores encontrados no teste de VAM sendo a média da distância percorrida e o tempo para completar a prova, aproxima-se de uma prova de média distância de 1500 metros, que apresenta uma contribuição energética diferente da encontrada em corridas de 5km (SPENCER; GASTIN, 2001). Estes eventos são caracterizados por estimular o metabolismo aeróbico a sua potência máxima e o metabolismo anaeróbico a sua capacidade máxima, logo o desempenho depende dos estoques de energia anaeróbica (BILLAT *et al*., 2009). Em vista das características fisiológicas do teste de VAM não se assemelharem as demandas exigidas em uma prova de 5km, isto justificaria a velocidade média encontrada neste teste ser maior do que a velocidade de corrida de 5km. Dessa forma, o uso da velocidade média obtida no teste de VAM superestima a performance real em uma prova de 5km, podendo estar sendo útil apenas como uma forma de monitoramento da aptidão física.

Este estudo foi o primeiro a comparar a velocidade das sessões de corrida continua (vCC), corrida de ritmo (vCR), corrida intervalada de 1km (v1km) e 400m (v400m) com as vT10, v3200m e vVAM. Para os homens, a vT10 não foi diferente da vCR (5% acima), mas foi maior da vCC (15% abaixo) e menor das v1km e v400m (12% e 16% acima, respectivamente). As diferenças identificadas entre as v1km e v400m e a vT10 estão de acordo com a literatura (DE BORBA et al., 2022). A ausência de diferença entre a vT10 e a vCR podem indicar que este modelo de sessão de treinamento ocorre em uma intensidade muito próxima da máxima fase estável do

metabolismo, que é representada pela VC (JONES et al., 2019). Para além das nossas descobertas, a VC já demonstrou ser uma medida importante para a elaboração de sessões de corrida intervalada e esportes intermitentes de alta intensidade (JONES et al., 2010; JONES; VANHATALO, 2017). Referente ao exposto, o teste T10 pode ser adequado para auxiliar na elaboração de sessões de treinamento.

A v3200m não foi diferente da vCR e v1km (5% abaixo e 5% acima, respectivamente) enquanto a vVAM não foi diferente da v1km e v400m (5% e 2% abaixo, respectivamente). Por não representar um modelo específico de sessão de treinamento, a utilização do teste 3200m pode não ser útil para identificar o ritmo de um modelo de sessão de treinamento específico, ficando restrito a um teste de monitoramento da aptidão física. Contudo, como a vVAM é semelhante as sessões de corrida intervalada, o que poderia auxiliar na definição do ritmo para estas sessões de treinamento.

Para as mulheres, a vT10 não foi diferente que nenhum modelo de sessão de treinamento, a vVAM foi diferente da vCC e vCR (22% e 15% abaixo, respectivamente), enquanto a v3200m foi diferente da vCC (15% acima) e v400m (% abaixo). Podemos também destacar que não houve diferença entre a vCR, v1km e v400m. Esses dados se aproximam das descobertas de Selinger *et al* (2022), que afirma que corredores não competitivos estipulam uma velocidade ótima para quase qualquer distância percorrida, sendo a velocidade ligeiramente inferior apenas a distâncias mais longas, com a intenção de minimizar o custo de energia para a atividade. Sobre essa perspectiva, como as sessões de treinamento foram autosselecionadas, elas podem não apresentar um estimulo para a realização de uma melhor performance, algo exigido na realização de um teste, corroborando assim com a literatura. Quando olhamos para a elaboração de sessões de treinamento, é possível afirmar que o teste de T10 é o mais indicado para esta população, pois a sua velocidade média contempla a realizada em todas as sessões de treinamento.

6 CONCLUSÃO

Em conclusão, a performance em uma prova de 5km pode ser predita a partir dos testes T10, VAM e 3200m em corredores recreacionais. Quando comparado a velocidade média realizada em uma prova de 5km, o teste de 3200m foi o único que não apresentou diferença significativa, sendo o único teste que pode representar a velocidade média realizada nesta distância de corrida em ambos os sexos. Quando comparado a velocidade média dos testes de desempenho com a realizada nas sessões de treinamento, o teste T10 representou a velocidade média realizada na vCR nos homens, e a velocidade média de todos os modelos de sessão de treinamento para as mulheres. O teste 3200m representou a velocidade média realizada nas sessões de vCR e v1km para os homens e a vCR, v1km e v400m para as mulheres, enquanto o teste de VAM representou a v1km e v400m em ambos os sexos. Por fim, quando analisamos os testes de desempenho como formas de orientar a realização das sessões de treinamento, a utilização do teste T10 e teste de VAM são úteis para discriminar os modelos de sessão de corrida de ritmo e sessões de corrida intervalada, respectivamente para os homens, assim como o T10 é um teste útil para orientar todo e qualquer modelo de sessão de treinamento para as mulheres, uma vez que a velocidade média do teste T10 não foi diferente que nenhum modelo de sessão de treinamento.

REFERÊNCIAS

BELLENGER, C. R. et al. Predicting maximal aerobic speed through set distance time-trials. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 12, p. 2593–2598, dez. 2015.

BENHAMMOU, S. et al. Assessment of maximal aerobic speed in runners with different performance levels: Interest of a new intermittent running test. **Science & Sports**, v. 36, n. 5, p. 413.e1-413.e9, out. 2021.

BERTHOIN, S. et al. Comparison of Maximal Aerobic Speed as Assessed with Laboratory and Field Measurements in Moderately Trained Subjects. **International Journal of Sports Medicine**, v. 17, n. 07, p. 525–529, out. 1996.

BILLAT, V. et al. Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1,500-m run. **Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 2, p. 478–487, ago. 2009.

BROXTERMAN, R. M. et al. A single test for the determination of parameters of the speed-time relationship for running. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 185, n. 2, p. 380–385, 15 jan. 2013.

BRUSA, J. L. Evaluating the predictability of distance race performance in NCAA cross country and track and field from high school race times in the United States. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 16, p. 1808–1815, 18 ago. 2018.

CUSHMAN, D. M.; MARKERT, M.; RHO, M. Performance Trends in Large 10-km Road Running Races in the United States. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 4, p. 892–901, abr. 2014.

DABONNEVILLE, M. et al. The 5 min running field test: test and retest reliability on trained men and women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 4, p. 353–360, 1 jan. 2003.

DAY, J. R. et al. The maximally attainable VO2 during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 95, n. 5, p. 1901–1907, nov. 2003.

DE BORBA, E. F. et al. T10 Test as an Alternative Method to Assess Critical Speed and its Potential Application to Runners. **Journal of Science in Sport and Exercise**, 24 out. 2022.

DOTAN, R. A critical review of critical power. **European Journal of Applied Physiology**, 18 mar. 2022.

DUPONT, G.; AKAKPO, K.; BERTHOIN, S. The Effect of In-Season, High-Intensity Interval Training in Soccer Players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 584–589, ago. 2004.

FIGUEIREDO, D. H. et al. Peak Running Velocity or Critical Speed Under Field Conditions: Which Best Predicts 5-km Running Performance in Recreational Runners? **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 680790, 6 jul. 2021.

FOLLADOR, L. et al. A submaximal treadmill test to predict critical speed. **Journal of Sports Sciences**, v. 39, n. 8, p. 835–844, 2021.

FOLLADOR, L.; DE BORBA, E. F.; DA SILVA, S. G. Relationship of critical speed derived from a 10-minute submaximal treadmill test to 5-km and 10-km running performances. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, 5 out. 2021.

FOSTER, C. et al. Simple Approach to Defining Training Intensity in Endurance Runners. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 17, n. 8, p. 1312–1315, 1 ago. 2022.

GALÁN-RIOJA, M. Á. et al. Relative Proximity of Critical Power and Metabolic/Ventilatory Thresholds: Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 10, p. 1771–1783, 1 out. 2020.

GONZÁLEZ-MOHÍNO, F. et al. Effects of Continuous and Interval Training on Running Economy, Maximal Aerobic Speed and Gait Kinematics in Recreational Runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 4, p. 1059–1066, abr. 2016.

HILL, D. W. The critical power concept. A review. **Sports Medicine**, v. 16, n. 4, p. 237–254, 1 out. 1993.

HOPKINS, W. G. et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3–13, jan. 2009.

IANNETTA, D. et al. A Critical Evaluation of Current Methods for Exercise Prescription in Women and Men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 2, p. 466–473, 1 fev. 2020.

JAMNICK, N. A. et al. An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. **Sports Medicine**, v. 50, n. 10, p. 1729–1756, 30 jul. 2020.

JONES, A. M. et al. Critical Power: Implications for Determination of V˙O2max and Exercise Tolerance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 10, p. 1876–1890, 1 out. 2010.

JONES, A. M. et al. The maximal metabolic steady state: redefining the “gold standard”. **Physiological Reports**, v. 7, n. 10, 1 maio 2019.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **Journal of Sports Sciences**, v. 14, n. 4, p. 321–327, 30 jul. 1996.

JONES, A. M.; VANHATALO, A. The “Critical Power” Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise. **Sports Medicine**, v. 47, n. 1, p. 65–78, 1 mar. 2017.

JOYNER, M. J.; RUIZ, J. R.; LUCIA, A. The two-hour marathon: who and when? **Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 1, p. 275–277, jan. 2011.

KENNELLY, A. E. An Approximate Law of Fatigue in the Speeds of Racing Animals. **Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences**, v. 42, n. 15, p. 275–331, 1906.

KIRBY, B. S. et al. Interaction of exercise bioenergetics with pacing behavior predicts track distance running performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 131, n. 5, p. 1532–1542, 1 nov. 2021.

LÉGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. **Canadian Journal of Applied Sport Sciences. Journal Canadien Des Sciences Appliquees Au Sport**, v. 5, n. 2, p. 77–84, jun. 1980.

LOS ARCOS, A. et al. Assessment of the maximal aerobic speed in young elite soccer players: Université de Montréal Track Test (UM-TT) vs. treadmill test. **Science & Sports**, v. 34, n. 4, p. 267–271, set. 2019.

LUNDQUIST, M. et al. Set distance time trials for predicting maximal aerobic speed in female Australian Rules Footballers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 24, n. 4, p. 391–396, abr. 2021.

MARFELL-JONES, M. et al. International Standards for Anthropometric Assessment (2006). 1 jan. 2012.

MAUNDER, E. et al. The Importance of “Durability” in the Physiological Profiling of Endurance Athletes. **Sports Medicine**, v. 51, n. 8, p. 1619–1628, 22 abr. 2021.

MCGUIGAN, H. et al. Training monitoring methods used in the field by coaches and practitioners: A systematic review. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 15, n. 3, p. 439–451, 1 jun. 2020.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The Work Capacity of a Synergic Muscular Group. **Ergonomics**, v. 8, n. 3, p. 329–338, 1 jul. 1965.

OJEDA, Á. H. et al. Validation of the 6-minute race test as a predictor of maximal aerobic speed in university endurance athletes. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 28, n. 4, p. 383–390, 22 out. 2020.

PALLARÉS, J. G. et al. A New Short Track Test to Estimate the VO2max and Maximal Aerobic Speed in Well-Trained Runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 5, p. 1216–1221, 1 maio 2019.

PODLOGAR, T.; LEO, P.; SPRAGG, J. Using V̇O2max as a marker of training status in athletes-can we do better? **Journal of Applied Physiology**, v. 133, n. 1, p. 144–147, 1 jul. 2022.

POOLE, D. C. et al. Critical Power: An Important Fatigue Threshold in Exercise Physiology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2320–2334, 1 nov. 2016.

RENOUX, J. C. et al. Calculation of times to exhaustion at 100 and 120% maximal aerobic speed. **Ergonomics**, v. 43, n. 2, p. 160–166, fev. 2000.

RIBOLI, A. et al. Training status affects between-protocols differences in the assessment of maximal aerobic velocity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 11, p. 3083–3093, nov. 2021.

SELINGER, J. C. et al. Running in the wild: Energetics explain ecological running speeds. **Current Biology**, v. 32, n. 10, p. 2309- 2315.e3, 23 maio 2022.

SMITH, C. G. M.; JONES, A. M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. **European Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 1, p. 19–26, 1 jul. 2001.

SPENCER, M. R.; GASTIN, P. B. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes: **Medicine and Science in Sports and Exercise**, p. 157–162, jan. 2001.

THUANY, M.; GOMES, T. N.; ALMEIDA, M. B. Relationship between Biological, Training, and Physical Fitness Variables in the Expression of Performance in Non-Professional Runners. **Sports**, v. 9, n. 8, p. 114, 23 ago. 2021.

TUCKER, R.; LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D. 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, set. 2006.

VANHATALO, A. et al. The mechanistic bases of the power-time relationship: muscle metabolic responses and relationships to muscle fibre type. **The Journal of Physiology**, v. 594, n. 15, p. 4407–4423, 1 ago. 2016.

VANHATALO, A.; DOUST, J. H.; BURNLEY, M. Determination of critical power using a 3-min all-out cycling test. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 3, p. 548–555, 1 mar. 2007.

VANHATALO, A.; JONES, A. M.; BURNLEY, M. Application of critical power in sport. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 1, p. 128–136, 1 mar. 2011.

VITTI, A. et al. The "New York City Marathon": participation and performance trends of 1.2M runners during half-century. **Research in Sports Medicine (Print)**, v. 28, n. 1, p. 121–137, 2020.

WAKAYOSHI, K. et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 64, n. 2, p. 153–157, 1 mar. 1992.

WELTMAN, A. et al. Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200-m running performance in male runners. **International Journal of Sports Medicine**, v. 8, n. 6, p. 401–406, 1 dez. 1987.

WELTMAN, A. et al. Reliability and Validity of a Continuous Incremental Treadmill Protocol for the Determination of Lactate Threshold, Fixed Blood Lactate Concentrations, and V̇O2max. **International Journal of Sports Medicine**, v. 11, n. 1, p. 26–32, 1 fev. 1990.

WELTMAN, J. et al. Prediction of Lactate Threshold and Fixed Blood Lactate Concentrations from 3200-m Time Trial Running Performance in Untrained Females*. **International Journal of Sports Medicine**, v. 10, n. 3, p. 207–211, fev. 1989.

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO REVISADO DE PRONTIDÃO DE ATIVIDADE FÍSICA

Data: ___/___/_____ Nome: _____ Iade: _____ anos

HISTÓRICO PESSOAL E MÉDICO

Assinale Sim ou Não nas seguintes questões:

1 – Você participa ou participou nos últimos seis meses de exercício físico regular em três ou mais dias da semana?

( ) Sim ( ) Não

2 – Você apresenta alguma contraindicação médica para a prática de exercícios físicos?

( ) Sim ( ) Não

3 – Você faz uso de medicamentos para distúrbios cardiovasculares, respiratórios, metabólicos e/ou músculoesqueléticos?

( ) Sim ( ) Não

4 – Você tem ou já teve qualquer tipo de distúrbio cardiovascular, respiratório, metabólico e/ou músculoequelético?

( ) Sim ( ) Não

QUESTINÁRIO DE PRONTIDÃO PARA A ATIVIDADE FÍSICA (rPAR-Q)

Assinale Sim ou Não nas seguintes questões:

1 - Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?

( ) Sim ( ) Não

2 - Você sente dor no peito, causada pela prática de atividade física?

( ) Sim ( ) Não

3 - Você sentiu dor no peito no último mês?

( ) Sim ( ) Não

4 - Você tende a perder a consciência ou cair, como resultado de tontura ou desmaio?

( ) Sim ( ) Não

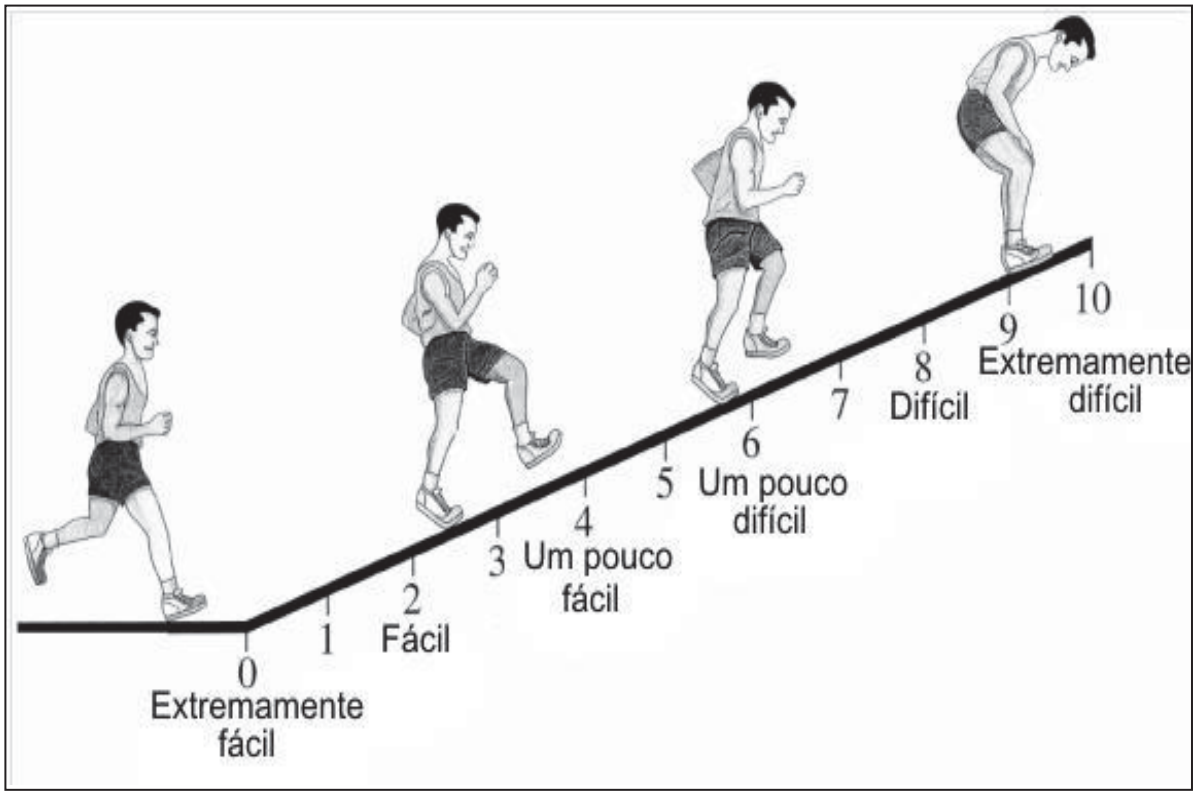
5 - Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividade física?

( ) Sim ( ) Não

6 - Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para a sua pressão arterial, para a circulação ou para o seu coração?

( ) Sim ( ) Não

7 - Você tem consciência, através da sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça sua prática de atividade física sem supervisão médica?

( ) Sim ( ) Não

ANEXO 2 – ESCALA PARA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO PARA CAMINHADA/CORRIDA *OMNI-WALK/RUN*