

RÔMULO JOSÉ MOTA JÚNIOR

**VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO CONTRARRELÓGIO DE 8 MINUTOS
PARA A DETERMINAÇÃO DE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS PARA O
TREINAMENTO DE CICLISTAS DE MOUNTAIN BIKE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim

Coorientadores: João Carlos Bouzas Marins
Guilherme de Azambuja
Pussieldi

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

- M917v
2024
- Mota Júnior, Rômulo José, 1991-
Validade e reprodutibilidade do contra relógio de 8 minutos para a
determinação de variáveis fisiológicas para o treinamento de ciclistas
de mountain bike / Rômulo José Mota Júnior. - Viçosa, MG, 2024.
1 tese eletrônica (143 f.): il. (algumas color.).
- Inclui anexos.
Inclui apêndices.
Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Educação Física, 2024.
Inclui bibliografia.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.521>
Modo de acesso: World Wide Web.
1. Ciclismo. 2. Mountain bikes. 3. Ciclistas - Aptidão - Testes. 4.
Desempenho. 5. Teste de esforço. I. Amorim, Paulo Roberto dos
Santos, 1962-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III.
Título.

CDD 22. ed. 796.6

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto Pires CRB-6/2523


RÔMULO JOSÉ MOTA JÚNIOR

**VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO CONTRARRELÓGIO DE 8 MINUTOS
PARA A DETERMINAÇÃO DE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS PARA O
TREINAMENTO DE CICLISTAS DE MOUNTAIN BIKE**


Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 11 de Junho de 2024.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **ROMULO JOSE MOTA JUNIOR**
Data: 22/08/2024 11:25:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rômulo José Mota Júnior
Autor

Documento assinado digitalmente
 **PAULO ROBERTO DOS SANTOS AMORIM**
Data: 21/08/2024 07:40:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Paulo Roberto dos Santos Amorim
Orientador

A todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para que este momento se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente a Deus e Nossa senhora Aparecida pela saúde concedida, pela proteção e por me sustentar nos grandes desafios enfrentados ao longo desta sinuosa jornada;

Aos meus pais, instrumentos utilizados por Deus para me conceder a vida, me educar e conduzir até este momento. Sr. Rômulo e Sra. Meire são diferenciados;

À minha esposa, Noane, a dona onça, que com toda sua sabedoria, delicadeza, paciência e dedicação me apoiou, me deu suporte, tranquilidade e sustentou em harmonia nossa casa. Uma injustiça este título vir apenas com meu nome. Se transforma em Doutora (honoris causa) junto comigo!!

Aos meus filhos... Meu primogênito Antônio o ser humano que me permitiu descobrir o sentimento mais puro e verdadeiro por alguém, obrigado pelo apoio, meu amigão. Ao Théo e Anne, meus outros dois diplominhas obtidos ao longo deste doutorado, rrsrs... Minha esposa e meus pequenos, só cheguei até aqui por vocês, pois sei que pela educação é a forma que eu tenho de lhes proporcionar um futuro melhor!!

Aos demais familiares, minha irmã Giselle, minha avó Alba, meu sogro Calado e minha sogra Ana Lúcia, meus cunhados (Henrique e Germano), minhas cunhadas (Lene, Lana e Alice), tio e tias, primos e primas, sobrinhos e sobrinhas pela torcida e orações.

Aos amigos dos cursos de Educação Física e Fisioterapia do Unifagoc que dividiram comigo esta árdua jornada e muito me auxiliaram em diversos momentos;

Às amigas diretoras de curso, pró-reitores, vice-reitor e reitor do Unifagoc pelo apoio, incentivo, confiança e companheirismo;

Aos meus voluntários e à família Rasta, que não mediram esforços em colaborar. Muitas vezes modificaram seu planejamento de treinamento para participar das coletas. Muitos além do longo tempo de coleta de dados ainda se deslocou comigo para Viçosa para realização dos testes. Vocês foram grandes guerreiros e importantes ferramentas para o avanço da ciência no ciclismo.

À Cesatra, na pessoa do Germano, que gentilmente me cedeu o espaço para que as coletas de dados acontecessem em Tocantins. Em tempos de pouco incentivo à ciência, estes braços que se estendem são cruciais para sustentar a produção de conhecimento em nosso país.

Ao Unifagoc, minha segunda casa, por todo incentivo financeiro, estrutural e temporal fornecido ao longo destes anos. Esta casa, sem sombra de dúvidas tem e sempre terá um lugar especial em meu coração.

À Universidade Federal de Viçosa, universidade mais linda do Brasil, pela oportunidade de realizar este Doutorado com toda sua infraestrutura e beleza. “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.”.

Aos membros da banca, Guilherme Pussieldi por nos contemplar com sua vasta experiência no ciclismo. Foi peça chave desde os primórdios desta ideia e hoje fecha este ciclo conosco. João Bouzas, carinhosamente chamado de pai acadêmico. Um profissional exemplar, com um currículo invejável e que ao longo de tantos anos vem me oportunizando beber direto da fonte da sabedoria. Iniciei minha caminhada acadêmica sob seus cuidados lá em 2012, ainda na graduação e fecho meu ciclo acadêmico, 12 anos depois, sob sua coorientação. Renata Oliveira, pessoa fundamental em minha vida, me ensinou a prática da pesquisa, abriu as portas profissionais mais importantes da minha vida, hoje é meu braço direito no UNIFAGOC e me brinda com suas ilustres e valorosas colaborações junto ao meu doutorado. Esta mulher é admirável!!! Anselmo Moura, meu amigo de trabalho, profissional de altíssimo nível, referência profissional e pessoal para mim. Contar com sua cuidadosa orientação é algo crucial para o sucesso deste trabalho.

Por fim, não menos importante, ao meu orientador Paulo Amorim pela confiança e todo suporte. Como orientador foi impecável, sempre solícito, atenciosos, ágil e responsável. Porém, estas atitudes não seriam suficientes diante de todos os percalços vividos nesta jornada. A você Paulo, agradeço imensamente não pelo seu lado técnico, mas sim pelo seu lado humano. Diante de tantos desafios como os problemas em equipamentos, pandemia, 5 mudanças de projeto, se não fosse sua sensibilidade, seus cuidados, seu carinho, seu bom senso e empatia, nada disso teria sido possível. Talvez o maior legado que trago deste caminho não tenha sido o título, nem o conhecimento técnico acerca do que foi descoberto, mas sim, a forma humana de se relacionar com o próximo sempre colocando os aspectos humanos como prioridade.

A todos vocês e aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para este sonho, meu muito obrigado!!

“Todo esforço valerá a pena, como todo esforço feito até aqui, tem valido”.

(Mota-Júnior, 2017)

RESUMO

MOTA-JÚNIOR, Rômulo José, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2024. **Validade e reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos para a determinação de variáveis fisiológicas para o treinamento de ciclistas de mountain bike.** Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim. Coorientadores: João Carlos Bouzas Marins e Guilherme de Azambuja Pussieldi.

Testes de contrarrelógios são rotineiramente aplicados para a obtenção de variáveis fisiológicas para o treinamento de ciclistas, contudo, a validade e reprodutibilidade desses protocolos devem ser testadas para que sua aplicação tenha reconhecimento científico. Neste intuito, o presente estudo objetivou avaliar a validade e reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos (CR8) no ciclismo de mountain bike em ambiente laboratorial. Esta tese foi elaborada com três estudos, sendo que para o primeiro estudo foram recrutados 9 ciclistas treinados, do sexo masculino, com idade de $25,46 \pm 7,49$ anos, os quais foram avaliados em três dias distintos. Na primeira visita foram mensurados os limiares ventilatórios e o pico do consumo de oxigênio e nas demais os voluntários foram submetidos ao CR8 e ao contrarrelógio de 60 (CR60) minutos. Já a amostra do segundo e terceiro estudo foi composta por 16 ciclistas treinados, do sexo masculino, com idade de $31,06 \pm 10,87$ anos, os quais foram avaliados em seis dias distintos. Estes foram submetidos a testes para a obtenção dos limiares de lactato, pico da potência e ao CR8, contrarrelógio de 20 minutos (CR20) e CR60. A validade e reprodutibilidade dos testes foram analisadas através do coeficiente de correlação intraclasse e dos gráficos de Bland-Altman. Foi adotado um nível de significância de 5%, sendo todas as análises realizadas pelo SPSS. Os resultados do primeiro estudo sugerem grande concordância, principalmente do segundo estímulo do CR8, com o CR60, para o Functional Threshold Power (FTP) (ICC: 0,792), Watts por quilograma (W/kg) (ICC: 0,952), Watts por quilograma de massa magra (W/kgMCM) (ICC: 0,912) e pico do consumo de oxigênio (ICC: 0,882). Em relação aos resultados do segundo estudo é possível identificar concordância entre os estímulos do CR8 com o CR60 para a variável FTP (CR8 – 1.1 vs CR60 - ICC: 0,504; CR8 – 1.2 vs CR60 - ICC: 0,700; CR8 – 2.1 vs CR60 - ICC: 0,780; CR8 – 2.2 vs CR60 - ICC: 0,853) e W/kg (CR8 – 1.1 vs CR60 - ICC: 0,693; CR8 – 1.2 vs CR60 - ICC: 0,769; CR8 – 2.1 vs CR60 - ICC: 0,868; CR8 – 2.2 vs CR60 - ICC: 0,872), bem como do CR8 com o CR20 para o FTP (CR8 - 1.1 vs CR20 - ICC: 0,884; CR8 -

1.2 vs CR20 - ICC: 0,960; CR8 – 2.1 vs CR20 - ICC: 0,880; CR8 - 2.2 vs CR20 - ICC: 0,954) e W/kg (CR8 – 1.1 vs CR20 - ICC: 0,793; CR8 – 1.2 vs CR20 - ICC: 0,964; CR8 – 2.1 vs CR20 - ICC: 0,918; CR8 – 2.2 vs CR20 - ICC: 0,958). Além disso, demonstram que o CR8 é reprodutível no aquecimento (potência (ICC: 0,798), W/kg (ICC: 0,900), W/KgMCM (ICC: 0,834)), no primeiro estímulo (FTP (ICC: 0,828), W/kg (ICC: 0,902), W/KgMCM (ICC: 0,808), bem como no segundo estímulo (FTP (ICC: 0,919), W/kg (ICC: 0,926), W/KgMCM (ICC: 0,886)). Já em relação aos resultados do terceiro estudo, fica evidente que o CR20 apresenta uma concordância muito forte com o CR60 para as variáveis de potência FTP (ICC: 0,825) e W/Kg (ICC: 0,865). Diante dos resultados de ambos os estudos é possível concluir que o CR8 é um procedimento válido frente ao padrão ouro (CR60), e ao procedimento mais frequentemente utilizado pelos treinadores de ciclistas (CR20), bem como é reprodutível em todas as suas etapas. Além disso, o CR20 também é um protocolo válido na determinação de variáveis de potência para o treinamento de ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial.

Palavras-chave: Ciclismo; Mountain bike; Validade; Reprodutibilidade; Potência; Teste de esforço; Esporte.

ABSTRACT

MOTA-JÚNIOR, Rômulo José, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2024. **Validity and reproducibility of the 8-minute time trial for determining physiological variables for training mountain bike cyclists.** Adviser: Paulo Roberto dos Santos Amorim. Co-advisers: João Carlos Bouzas Marins e Guilherme de Azambuja Pussieldi.

Time trial tests are routinely applied to obtain physiological variables for cyclist training, however, the validity and reproducibility of these protocols must be tested for their application to have scientific recognition. To this end, the present study aimed to evaluate the validity and reproducibility of the 8-minute time trial (TT8) in mountain bike cycling in a laboratory environment. This thesis was prepared with three studies, and for the to carry out the first study, 9 trained male cyclists, aged 25.46 ± 7.49 years, were recruited, who were evaluated on three different days. In the first visit, ventilatory thresholds and peak oxygen consumption were measured, and in the remaining visits, volunteers underwent TT8 and a 60-minute time trial (TT60). The sample of the second study was composed of 16 trained male cyclists, aged 31.06 ± 10.87 years, who were evaluated on six different days. These were subjected to tests to obtain lactate thresholds, peak power and TT8, 20-minute time trial (TT20) and TT60. The validity and reproducibility of the tests were analyzed using the intraclass correlation coefficient and Bland-Altman graphs. A significance level of 5% was adopted, with all analyzes carried out using SPSS. The results of the first study suggest great agreement, especially between the second stimulus of TT8, with TT60, for Functional Threshold Power (FTP) (ICC: 0.792), Watts per kilogram (W/kg) (ICC: 0.952), Watts per kilogram of lean mass (W/kgLM) (ICC: 0.912) and peak oxygen consumption (ICC: 0.882). In relation to the results of the second study, it is possible to identify agreement between the TT8 and TT60 stimuli for the FTP variable (TT8 – 1.1 vs TT60 - ICC: 0.504; TT8 – 1.2 vs TT60 - ICC: 0.700; TT8 – 2.1 vs TT60 - ICC: 0.780; TT8 – 2.2 vs TT60 - ICC: 0.853) and W/kg (TT8 – 1.1 vs TT60 - ICC: 0.693; TT8 – 1.2 vs TT60 - ICC: 0.769; TT8 – 2.1 vs TT60 - ICC: 0.868; TT8 – 2.2 vs TT60 - ICC: 0.872), as well as TT8 with TT20 for FTP (TT8 - 1.1 vs TT20 - ICC: 0.884; TT8 - 1.2 vs TT20 - ICC: 0.960; TT8 – 2.1 vs TT20 - ICC: 0.880 ; TT8 -2.2 vs TT20 - ICC: 0.954) and W/kg (TT8 – 1.1 vs TT20 - ICC: 0.793; TT8 – 1.2 vs TT20 - ICC: 0.964; TT8 – 2.1 vs TT20 - ICC: 0.918; TT8 – 2.2 vs TT20 - ICC: 0.958). Furthermore, they demonstrate that TT8 is

reproducible in heating (power (ICC: 0.798), W/kg (ICC: 0.900), W/KgLM (ICC: 0.834)), in the first stimulus (FTP (ICC: 0.828), W /kg (ICC: 0.902), W/KgLM (ICC: 0.808), as well as in the second stimulus (FTP (ICC: 0.919), W/kg (ICC: 0.926), W/KgLM (ICC: 0.886)). Regarding the results of the third study, it is clear that the TT20 presents a very strong agreement with the TT60 for the power variables FTP (ICC: 0.825) and W/Kg (ICC: 0.865). Given the results of both studies, it is possible to conclude that TT8 is a valid procedure compared to the gold standard (TT60), and the procedure most frequently used by cyclist trainers (TT20), as well as being reproducible in all its stages. Furthermore, TT20 is also a valid protocol for determining power variables for training mountain bike cyclists in a laboratory environment.

Keywords: Cycling; Mountain Bike; Validity; Reproducibility; Power; Stress Test; Sport.

Lista de Ilustrações

Artigo 1

Figura 1 - Desenho Experimental.....	29
Figura 2 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP, W/KG, W/KGMCM, Vo2 médio e Vo2 pico entre os contrarrelógios de 8 minutos com o de 60 minutos em ciclistas de mountain bike. (n= 9).....	37
Figura 3 - Comparação das médias do FTP (A) e do coeficiente de variação a cada decil (B) entre os contrarrelógios em ciclistas de mountain bike. (n=9).....	39
Quadro 1 - Protocolo para o contrarrelógio de 8 minutos (Carmichael; Rutberg, 2004).....	32
Quadro 2 - Protocolo para o contrarrelógio de 60 minutos (Coyle et al., 1991);.....	33

Artigo 2

Figura 1 - Desenho experimental empregado para avaliar a validade e reprodutibilidade do CR8.....	51
Figura 2 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP entre cada estímulo do CR8 com o CR60 em ciclistas de mountain bike. (N=16) Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; dp: desvio padrão.....	65
Figura 3 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP entre cada estímulo do CR8 com o CR20 em ciclistas de mountain bike. (N=16) Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; dp: desvio padrão.....	66
Figura 4 - Gráficos de Bland-Altman da reprodutibilidade do CR8 em ciclistas de mountain bike. (N=16) Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; FTP: Functional Threshold Power.	68
Quadro 1 - Protocolo para o contrarrelógio de 8 minutos (Carmichael; Rutberg, 2004);.....	56
Quadro 2 - Protocolo para o contrarrelógio de 20 minutos (Allen; Cogan, 2006);	58
Quadro 3 - Protocolo para o contrarrelógio de 60 minutos (Coyle et al., 1991);.....	58
Imagem 1 - Ambiente de coleta de dados de ciclistas de mountain bike.....	54

Artigo 3

Figura 1 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP entre o CR20 e o CR60 em ciclistas de mountain bike. (N=16) Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; DP: desvio padrão.....	85
Quadro 1 - Protocolo para o contrarrelógio de 20 minutos (Allen; Cogan, 2006);	81
Quadro 2 - Protocolo para o contrarrelógio de 60 minutos (Coyle et al., 1991);.....	81

Lista de Tabelas

Artigo 1

Tabela 1 - Característica da amostra de ciclistas de mountain bike. (n=9).....	35
Tabela 2 - Validade do contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike. (n=9).....	36

Artigo 2

Tabela 1 - Características da amostra de ciclistas de mountain bike. (n=16)	60
Tabela 2 - Dados basais em cada visita realizada por ciclistas de mountain bike. (N=16)	62
Tabela 3 - Desempenho médio em cada contrarrelógio realizado por ciclistas de mountain bike. (N=16)	62
Tabela 4 - Validade do contrarrelógio de 8 minutos frente aos contrarrelógios de 60 e 20 minutos em ciclistas de mountain bike. (N=16)	64
Tabela 5 - Reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike. (N=16).....	67

Artigo 3

Tabela 1 - Dados basais e desempenho médio em cada contrarrelógio realizado por ciclistas de mountain bike. (N=16)	84
Tabela 2 - Validade do CR20 frente ao CR60 em ciclistas de mountain bike. (N=16)	84

Lista de Abreviaturas

ACSM American Sports of Spots Medicine
BPM Batimentos por minuto
CR Contrarrelógio
CR20 Contrarrelógio de 20 minutos
CR60 Contrarrelógio de 60 minutos
CR8 1.1 Primeiro estímulo da primeira visita do contrarrelógio de 8 minutos
CR8 1.2 Segundo estímulo da primeira visita do contrarrelógio de 8 minutos
CR8 2.1 Primeiro estímulo da segunda visita do contrarrelógio de 8 minutos
CR8 2.1 Segundo estímulo da segunda visita do contrarrelógio de 8 minutos
CR8 Contrarrelógio de 8 minutos
FC Frequência cardíaca
FTP Functional Threshold Power
H Horas
ICC Coeficiente de correlação intraclasse
Kg Quilogramas
KM Quilômetros
LAB Laboratório
LV Limiar ventilatório
MCM Massa Corporal Magra
Min Minutos
MI Mililitros
MTB Mountain Bike
Pet CO₂ Pressão expiratória final de dióxido de carbono
Pet O₂ Pressão expiratória final de oxigênio
P máx. Potência máxima
RPM Rotações por minuto
UCI Union Ciycliste Internationale
V̇CO₂ Volume de dióxido de carbono
VE Volume expiratório
VO₂ Consumo de oxigênio
W Watts
W/Kg Watts por quilogramas
W/Kg MCM Watts por quilogramas de massa corporal magra

Estrutura da Tese

A apresentação da tese segue as atualizações das ABNTs NBR 14724/2011, NBR 6023/2018 e NBR 10520/2023 que regulamentam o formato de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal de Viçosa. Os artigos da tese foram escritos em língua portuguesa. A tese foi estruturada nas seguintes seções:

Introdução geral: apresenta o tema estudado, contextualizando a necessidade de investigá-lo no cenário atual;

Objetivos gerais e específicos: anuncia os objetivos geral e específicos da tese;

Artigos científicos:

Os artigos 1 e 2 foram delineados a partir de uma lacuna na literatura acerca da validade, reprodutibilidade e utilização do contrarrelógio de 8 minutos para a obtenção de variáveis fisiológicas para o treinamento de ciclistas de mountain bike. A partir do desenvolvimento destes trabalhos, foi observado que havia uma lacuna na literatura acerca da validade do contrarrelógio de 20 minutos, o teste contrarrelógio mais frequentemente utilizado nesta modalidade de ciclismo, sendo estas as contribuições originais deste estudo. Neste cenário, foi realizado o terceiro trabalho, uma short communication no intuito de trazer luz a este tema. Assim, esta tese está dividida em 3 artigos, sendo:

- **Artigo 1 – Original:** Validade do contrarrelógio de 8 minutos na determinação de variáveis para o treinamento de ciclismo de mountain bike; (Anexo D). Referência: MOTA JÚNIOR, R. J. *et al.* Validity of the 8-minute time trial in determining variables for mountain bike cycling training. **Cuadernos de educación y desarrollo**, v. 16, n. 3, p. 01–23, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n3-102. Qualis Capes A4.

- **Artigo 2 – Original:** Validade e reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos para determinação de variáveis para o treinamento de ciclistas de mountain bike.

- **Artigo 3 – Short Communication:** O contrarrelógio de 20 minutos é um procedimento válido para a determinação do FTP em ciclistas de mountain bike?

Conclusões gerais: destaca as conclusões da tese mediante os objetivos propostos;

Aplicações práticas: apresenta a utilização prática dos resultados obtido neste trabalho no dia a dia de profissionais do ciclismo.

Referências: apresenta todo referencial teórico utilizado para a estruturação do trabalho;

Apêndices: abrange os textos ou documentos elaborados pelo autor da tese que complementam sua argumentação;

Anexos: contempla os textos ou documentos não elaborados pela autora da tese que servem de fundamentação, comprovação e ilustração.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	18
2.1 OBJETIVO GERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3.1 ARTIGO 1- Validade do contrarrelógio de 8 minutos na determinação de variáveis para o treinamento de ciclismo de mountain bike	26
3.2 ARTIGO 2- Validade e reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos para determinação de variáveis para o treinamento de ciclistas de mountain bike	47
3.3 ARTIGO 3 (<i>Short communication</i>) - O contrarrelógio de 20 minutos é um procedimento válido para a determinação do Functional Threshold Power em ciclistas de mountain bike?	79
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	90
5. APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	91
6. REFERÊNCIAS.....	92
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	97
APÊNDICE B - Protocolo de Coleta de dados	102
APÊNDICE C – Relatório Final aos Voluntários.....	108
Relatório Final	109
ANEXO A – Documento de Aprovação do Comitê de Ética para Pesquisas com Seres Humanos	112
ANEXO B – Questionário de Prontidão para a Prática de Atividades Físicas- PAR-q	120
ANEXO C – Questionário de Avaliação do Risco Coronariano- RISKQ.....	121
ANEXO D – Artigo 1 - Validity of the 8-minute time trial in determining variables for mountain bike cycling training	122

1. INTRODUÇÃO GERAL

O ciclismo é um dos meios mais eficientes de locomoção humana que demandam ativação muscular (Jeukendrup; Craig; Hawley, 2000). Os primeiros relatos de uso de bicicletas datam o século XVIII, ainda de maneira rudimentar, com as chamadas Drasianas (uma espécie de bicicleta sem pedais) e com os velocípedes (espécie de bicicleta com pedais acoplados à roda dianteira), cujo enfoque era a diversão (Rosemberg Associados, 2015). A partir da revolução industrial as bicicletas passaram por processo de sofisticação tecnológica, passando a ser utilizada também como meios de locomoção e esporte (Rosemberg Associados, 2015; Ritta, 2012).

Tais transformações, aliadas aos benefícios e possibilidades que o ciclismo promove tem colocado o ciclismo em trajetória ascendente no que diz respeito a suas práticas em todo mundo. O índice mundial de ciclismo aponta que o número de ciclistas cresceu 6% entre os anos de 2016 e 2017, com destaques para sua utilização com finalidades de lazer e transporte (Ecocounter, 2019). Ademais, o relatório anual da Union Cycliste Internationale (UCI) de 2019 destaca o crescimento no número de federações nacionais afiliadas a entidade, no número de corridas de todas as modalidades em todos os continentes, bem como o aumento no número de equipes (UCI, 2019).

A condução de uma bicicleta, seja para lazer, locomoção ou esporte, requer a participação coordenada de diferentes grupamentos musculares, sistemas fisiológico de fornecimento energético, parâmetros e limiares fisiológicos, bem como é afetada por características do ambiente e da própria bicicleta, de tal forma que as exigências sobre estes elementos são diretamente proporcionais à intensidade do esforço realizado (Coyle, 1995; Bassett; Howley, 2000; Jeukendrup; Craig; Hawley, 2000; Joyner; Coyle, 2008).

No ciclismo esportivo, existem diferentes modalidades (ciclismo de montanha (MTB), ciclismo de estrada, ciclismo de pista, ciclismo *indoor*, *cyclocross*, BMX Racing, BMX Freestyle e Bike *Trial*), onde estas contemplam diferentes provas, cada uma delas apresentando especificidades relacionadas ao ritmo de prova, às características do ambiente, diferentes tipos de equipamento, porém, tendo em comum o fato destas provas se desenvolverem sob altas intensidades, impondo assim, elevadas

demandas neuromusculares e fisiológicas aos ciclistas (UCI, 2019; Jeukendrup; Craig; Hawley, 2000).

Tais demandas caracterizam o ciclismo de montanha como sendo uma modalidade de ciclismo predominantemente aeróbico, com participação relevante do sistema anaeróbio, onde o consumo máximo de oxigênio (VO₂ máximo), limiares aeróbios e anaeróbios (LAer e LAna) e potência são determinantes do sucesso esportivo, principalmente nas provas das modalidades de ciclismo de montanha e de estrada (Impellizzeri *et al.*, 2005a, 2005b; Impellizzeri; Marcora, 2007). Desta forma, o treinamento dos aspectos físicos do ciclismo, almejam estimular e gerar adaptações nestes componentes, sendo especialmente importante o controle das intensidades relativas destes parâmetros para a prescrição do treinamento.

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) categoriza as intensidades para prescrição de exercício com base no VO₂, entretanto, para a aplicação do mesmo há uma demanda de equipamentos caros, o que limita sua utilização em ambientes de campo (ACSM, 2018). Já Katch *et al.*, (1978); Meyer, Gabriel e Kindermann (1999); Meyer *et al.*, (2005) descrevem a utilização do limiar anaeróbio para determinação das intensidades de treinamento. Entretanto, como os procedimentos para a mensuração das concentrações de lactato plasmático são caros e invasivos, estes autores sugeriram a utilização da frequência cardíaca ao limiar anaeróbio. Já Allen e Cogan, (2006) propuseram a utilização de intensidades relativas à potência média como estratégia para a prescrição do treinamento de ciclistas, sendo esta, uma variável altamente precisa para mensurar a intensidade de esforço no ciclismo, uma vez que ela reflete a real demanda imposta a musculatura do atleta durante a atividade (Jobson *et al.*, 2009).

A potência é definida como o produto da força e da velocidade, sendo no ciclismo determinada por meio da força que o ciclista imprime ao pedal (torque) e da velocidade angular do movimento da pedalada (cadência). Até a década de 1980 sua mensuração era apenas possível de ser obtida em ambiente laboratorial em cicloergômetros estacionários, todavia, atualmente esta variável se tornou amplamente mensurável tanto em ambiente laboratorial quanto em ambiente de campo por meio do surgimento de inúmeros medidores de potência portáteis e de inúmeros testes, dentro os quais se destacam os protocolos na forma de contrarrelógios (Passfield *et al.*, 2017).

Uma das variáveis derivadas da potência mais comumente utilizada na prescrição da intensidade do treinamento de ciclistas é o limiar funcional de potência (Functional Threshold Power- FTP) (Allen; Cogan, 2006). O FTP pode ser definido como a mais alta potência capaz de ser sustentada em um teste de 60 minutos (Allen; Cogan, 2006). Para sua determinação são aplicados testes de contrarrelógio em campo ou em laboratório com a utilização de medidores de potência, sendo o contrarrelógio de 60 minutos o teste padrão ouro para sua determinação (Coyle *et al.*, 1991). Entretanto, apesar de sua relevância, a duração relativamente longa deste teste limita sua aplicação, pois o esforço requer um alto grau de concentração e pode induzir uma fadiga considerável levando à interrupção do procedimento avaliativo (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Nesta perspectiva, contrarrelógios mais curtos vem sendo propostos na literatura para avaliação do FTP em condições laboratoriais, como os contrarrelógios de 20 e 8 minutos (Allen; Cogan, 2006; Carmichael; Rutberg, 2004). Estes protocolos mais curtos, permitem a determinação do FTP a partir da aplicação de fatores de correção à potência média obtida, sendo o FTP representado por 95% e 90% da potência média obtida nos contrarrelógios de 20 e 8 minutos, respectivamente (Allen; Cogan, 2006; Carmichael; Rutberg, 2004).

Diversos estudos têm avaliado a utilização do contrarrelógio de 20 minutos para diferentes finalidades. Macinnis, Thomas e Phillips, (2018) e McGrath *et al.*, (2019) avaliaram a confiabilidade do contrarrelógio de 20 minutos para a determinação do FTP se comparado ao contrarrelógio de 60 minutos. Por sua vez Borszcz; Tramontin; Costa, (2019) e Lillo-Beviá *et al.*, (2019) em suas investigações buscaram avaliar a capacidade do contrarrelógio de 20 minutos estimar o máximo estado estável de lactato plasmático. Valenzuela *et al.*, (2018), buscou verificar a relação entre o FTP 20' e a potência ao limiar de lactato. Já o estudo de Sørensen *et al.*, (2019) testou a validade do contrarrelógio de 20 minutos como preditor de performance em ciclistas de montanha. Por fim, Denham *et al.*, (2020) avaliou a associação do FTP 20', consumo máximo de oxigênio e potência obtida em teste aeróbio máximo e wingate de 30 segundos, existindo assim, robustas evidências acerca da utilidade e aplicabilidade deste protocolo.

Já em relação ao contrarrelógio de 8 minutos, o volume de estudos são consideravelmente menores (Gavin *et al.*, 2012; Klika *et al.*, 2007; Sanders *et al.*, 2020),

existindo assim, importantes lacunas a serem preenchidas, sendo necessário ampliar o nível de evidências científicas sobre esse tema auxiliando assim uma prática profissional baseada em evidências, tanto por parte de treinadores e atletas. Ademais, destaca-se que nenhum destes estudos, o protocolo foi aplicado conforme as recomendações preliminares de Carmichael; Rutberg, (2004).

Em uma investigação Klika *et al.*, (2007) utilizou de um contrarrelógio de 8 minutos para determinar sua eficácia para prescrever a intensidade do exercício com base na potência e avaliar as mudanças no condicionamento físico após 8 semanas de treinamento, identificando a efetividade deste protocolo para tais fins. Gavin *et al.*, (2012), por sua vez, avaliou a utilização de um contrarrelógio de 8 minutos para estimar o FTP e sua relação com a potência ao limiar de lactato, concluindo que os valores obtidos por este protocolo representam a potência ao limiar fixo de 4 mmol. Por fim, Sanders *et al.*, (2020) avaliou a relação entre FTP obtido em um contrarrelógio de 8 minutos e variáveis fisiológicas de resistência e limiares de lactato obtidos em teste incremental em laboratório, encontrando relação deste com preditores de desempenho em atividades de resistência.

Neste contexto, informações sobre a reprodutibilidade do protocolo de contrarrelógio de 8 minutos, proposto por (Carmichael; Rutberg, 2004), bem como sua validade em determinar o FTP a partir da aplicação do fator de correção (90% da potência média) em condições controladas e em ambiente natural permanecem obscuras.

Assim sendo, Buchheit, (2017) afirma a necessidade de pesquisas sobre os métodos usuais na rotina de treinadores e atletas, sendo unanimidade entre diversos pesquisadores que estes métodos sejam testados e comprovado sua reprodutibilidade, validade e confiabilidade (Currell; Jeukendrup, 2008; Hopkins, 2000; Impellizzeri; Marcora, 2009).

Referências

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS IN MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Kogan, 2018.

ALLEN, H.; COGAN, A. **Training and racing with a power meter**. 1. ed. Boulder: VeloPress, 2006.

BASSETT, D. R. J.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 70–84, jan. 2000.

BORSZCZ, F. K.; TRAMONTIN, A. F.; COSTA, V. P. Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained Cyclists? **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 8, p. 1029–1035, set. 2019.

BUCHHEIT, M. Houston, We Still Have a Problem. **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 8, p. 1111–1114, set. 2017.

CARMICHAEL, C.; RUTBERG, J. **The Ultimate Ride: Get Fit, Get Fast, and Start Winning with the World's Top Cycling Coach**. 1. ed. New York: Berkley Publishing Group, 2004.

COYLE, E. F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 1, p. 93–107, jan. 1991.

COYLE, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 23, p. 25–63, 1995.

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 38, n. 4, p. 297–316, 2008.

DENHAM, J. et al. Cycling Power Outputs Predict Functional Threshold Power and Maximum Oxygen Uptake. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3489–3497, dez. 2020.

2019 Worldwide Cycling Index. **EcoCounter**, 2019. Acesso em 23 set. 2022. Disponível em: <https://www.eco-counter.com/2019-worldwide-cycling-index/>

GAVIN, T. P. et al. Comparison of a field-based test to estimate functional threshold power and power output at lactate threshold. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 2, p. 416–421, fev. 2012.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 30, n. 1, p. 1–15, jul. 2000.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Physiological correlates to off-road cycling performance. **Journal of sports sciences**, v. 23, n. 1, p. 41–47, jan. 2005a.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. **British journal of sports medicine**, v. 39, n. 10, p. 747–751, out. 2005b.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. The physiology of mountain biking. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 37, n. 1, p. 59–71, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. **International journal of sports physiology and performance**, v. 4, n. 2, p. 269–277, jun. 2009.

JEUKENDRUP, A. E.; CRAIG, N. P.; HAWLEY, J. A. The bioenergetics of World Class Cycling. **Journal of science and medicine in sport**, v. 3, n. 4, p. 414–433, dez. 2000.

JOBSON, S. A. et al. The analysis and utilization of cycling training data. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 833–844, 2009.

JOYNER, M. J.; COYLE, E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 35–44, jan. 2008.

KATCH, V. et al. Validity of the relative percent concept for equating training intensity. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 39, n. 4, p. 219–227, out. 1978.

KLIKA, R. J. et al. Efficacy of cycling training based on a power field test. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 1, p. 265–269, fev. 2007.

LILLO-BEVIÁ, J. R. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Metric to Estimate the Maximal Lactate Steady State in Cyclists? **Journal of strength and conditioning research**, v. 36, n. 1, p. 1–7, nov. 2019.

MACINNIS, M. J.; THOMAS, A. C. Q.; PHILLIPS, S. M. The Reliability of 4-min and 20-min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 1, p. 38–45, maio 2018.

MCGRATH, E. et al. Is the FTP Test a Reliable, Reproducible and Functional Assessment Tool in Highly-Trained Athletes? **International journal of exercise science**, v. 12, n. 4, p. 1334–1345, 2019.

MEYER, T. et al. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. **International journal of sports medicine**, v. 26 Suppl 1, p. S38-48, fev. 2005.

MEYER, T.; GABRIEL, H. H.; KINDERMANN, W. Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or HR_{max} adequate? **Medicine and science**

in sports and exercise, v. 31, n. 9, p. 1342–1345, set. 1999.

PASSFIELD, L. et al. Knowledge is power: Issues of measuring training and performance in cycling. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 14, p. 1426–1434, 18 jul. 2017.

RITTA, L. A. S. **Motivos de uso e não-uso de bicicletas em Porto Alegre: um estudo descritivo com estudantes da UFRGS**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Administração de empresas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ROSEMBERG ASSOCIADOS. **O uso de bicicletas no Brasil: Qual o melhor modelo de incentivo?**, São Paulo, 01 abr. 2015. Acesso em 15 set. 2022. Online. Disponível em:

<http://www.abraciclo.com.br/linkssitenovo/downloads/ABRACICLO%20ESTUDO%20MODELO%20DE%20INCENTIVO.pdf>

SANDERS, D. et al. A Field-Based Cycling Test to Assess Predictors of Endurance Performance and Establishing Training Zones. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3482–3488, dez. 2020.

SØRENSEN, A. et al. The Validity of Functional Threshold Power and Maximal Oxygen Uptake for Cycling Performance in Moderately Trained Cyclists. **Sports (Basel, Switzerland)**, v. 7, n. 10, p. 1–8, out. 2019.

UNION CYCLISTE INTERNTIONAL (UCI). **Annual Report**, Aigle, 01 jun. 2020.

Acesso: 25 set. 2022. Online. Disponível em: <https://www.uci.org/news/2020/the-uci-publishes-its-2019-annual-report>

VALENZUELA, P. L. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Surrogate of the Lactate Threshold? **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 10, p. 1293–1298, nov. 2018.

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a validade e a reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a relação entre o FTP obtido no contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike em laboratório com FTP obtido no contrarrelógio de 60 minutos;

Avaliar a relação entre o FTP obtido no contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike em laboratório com FTP obtido no contrarrelógio de 20 minutos;

Avaliar a relação entre o FTP obtido no contrarrelógio de 20 minutos em ciclistas de mountain bike em laboratório com FTP obtido no contrarrelógio de 60 minutos;

Avaliar a relação do FTP obtido na primeira visita para realização do contrarrelógio de 8 minutos com FTP obtido na segunda visita para realização do contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial;

3.1 ARTIGO 1- Validade do contrarrelógio de 8 minutos na determinação de variáveis para o treinamento de ciclismo de mountain bike

Publicado em: Cuadernos de educación y desarrollo (Anexo D)

Referência: Referência: MOTA JÚNIOR, R. J. *et al.* Validity of the 8-minute time trial in determining variables for mountain bike cycling training. **Cuadernos de educación y desarrollo**, v. 16, n. 3, p. 01–23, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n3-102.

Resumo

O contrarrelógio (CR) de 8 minutos é uma alternativa metodológica ao CR de 60 minutos para avaliação do Functional Threshold Power (FTP) de ciclistas, todavia não se verificou na literatura pesquisada estudos que testaram sua validade. Assim, esta investigação tem por objetivo avaliar a validade do CR de 8 minutos. Participaram do estudo 9 ciclistas treinados, do sexo masculino, com idade de $25,46 \pm 7,49$ anos, os quais foram avaliados em três dias distintos. No primeiro dia foram mensurados os dados pessoais, antropométricos, limiares ventilatórios e o pico do consumo de oxigênio. Nos demais dias os voluntários foram submetidos aos CR de 8 e 60 minutos. A concordância entre os procedimentos foi analisada através do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e sua validade por Bland-Altman. Foi adotado um nível de significância de 5%, sendo todas as análises realizadas pelo SPSS. Os resultados sugerem grande concordância, principalmente do segundo estímulo de 8 minutos, com o teste referência, para o FTP (ICC: 0,792, $p= 0,016$), Watts por quilograma (ICC: 0,952, $p< 0,001$), Watts por quilograma de massa magra (ICC: 0,912, $p= 0,001$) e pico do consumo de oxigênio (ICC: 0,882, $p= 0,001$). Além disso, em todas estas variáveis os voluntários se enquadraram dentro da média \pm dois desvios padrão conforme verificado pelos gráficos de Bland-Altman (figura 2). Estes resultados demonstram a validade do CR de 8 minutos, com dados mais robustos sendo observados pelo segundo estímulo deste protocolo.

Palavras chave: Ciclismo; Mountain bike; Potência; FTP; Teste de esforço.

Introdução

No ciclismo esportivo, existem diferentes modalidades onde estas contemplam diferentes provas, cada uma delas apresentando especificidades relacionadas ao ritmo de prova, às características do ambiente, características do equipamento, porém, tendo em comum o fato destas provas se desenvolverem sob altas intensidades, impondo assim, altas demandas neuromusculares e fisiológicas aos ciclistas (Jeukendrup; Craig; Hawley, 2000; UCI, 2019).

Tais demandas caracterizam o ciclismo de montanha e estrada como sendo um esporte predominantemente aeróbico, com determinâncias anaeróbicas, sendo o consumo máximo de oxigênio (VO₂ máximo), limiares de transição metabólica e potência determinantes do sucesso esportivo (Impellizzeri *et al.*, 2005; Impellizzeri; Marcora, 2007).

Allen e Cogan (2006) propuseram a utilização de intensidades relativas à potência média como estratégia para a prescrição do treinamento de ciclistas, sendo esta, a melhor, e provavelmente a mais utilizada variável de medida de intensidade de esforço no ciclismo de alta performance (Jobson *et al.*, 2009).

Para determinação da potência média, também conhecida como limiar funcional de potência (Functional Threshold Power- FTP) no ciclismo, comumente são aplicados testes de contrarrelógio (CR). O teste padrão ouro para determinação do FTP é o contrarrelógio de 60 minutos (CR60) (Coyle *et al.*, 1991; Sitko; Cirer-Sastre; López-Laval, 2023). Entretanto, apesar de sua relevância, a duração relativamente longa deste teste limita sua aplicação (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Nesta perspectiva, contrarrelógios mais curtos vêm sendo propostos para avaliação do FTP, como os contrarrelógios de 20 (CR20) e 8 (CR8) minutos (Allen; Cogan, 2006; Carmichael; Rutberg, 2004). Estes protocolos mais curtos, permitem a determinação do FTP a partir da aplicação de fatores de correção à potência média obtida, sendo o FTP representado por 95% e 90% dos valores obtidos nos contrarrelógios de 20 e 8 minutos, respectivamente (Allen; Cogan, 2006; Carmichael; Rutberg, 2004).

Diversos estudos têm avaliado a utilização do contrarrelógio de 20 minutos para diferentes finalidades (Borszcz; Tramontin; Costa, 2019; Lillo-Beviá *et al.*, 2019; Macinnis; Thomas; Phillips, 2018), existindo assim, robustas evidências acerca da

utilidade e aplicabilidade deste protocolo. Já em relação ao contrarrelógio de 8 minutos, proposto pela primeira vez por Carmichael; Rutberg (2004), o volume de estudos é consideravelmente menor, sendo exemplo os trabalhos de Gavin *et al* (2012) Klika *et al* (2007) Sanders *et al* (2020). Neste cenário existem importantes lacunas a serem preenchidas, sendo necessário ampliar o nível de evidências científicas sobre esse tema auxiliando assim uma prática profissional baseada em evidências.

Neste contexto, informações sobre a validade do protocolo de contrarrelógio de 8 minutos em determinar o FTP a partir da aplicação do fator de correção (90% da potência média) permanecem obscuras, devendo assim ser investigada. Além disso, um procedimento mais curto e que forneça dados válidos representa uma vantagem logística e econômica aos treinadores e atletas (Currell; Jeukendrup, 2008; Impellizzeri; Marcora, 2009). Diante disso, a presente investigação tem como objetivo avaliar a validade do teste contrarrelógio de 8 minutos no ciclismo de mountain bike em ambiente laboratorial.

Materiais e Métodos

Amostra

O estudo foi composto por 9 sujeitos que atenderam a um conjunto de critérios de inclusão e de exclusão, dentre os quais destacam-se: ser do gênero masculino, apresentar questionário de prontidão para a prática de atividades físicas (PAR-q) negativo, apresentar baixo risco coronariano avaliado pelo questionário RISK0, e ser enquadrado com indivíduo treinado, ou seja, estar praticando o ciclismo pelo menos três vezes por semana, com duração semanal de 5 horas, cobrindo distâncias entre 60 e 250 km por semana a pelo menos 12 meses (De Pauw et al., 2013).

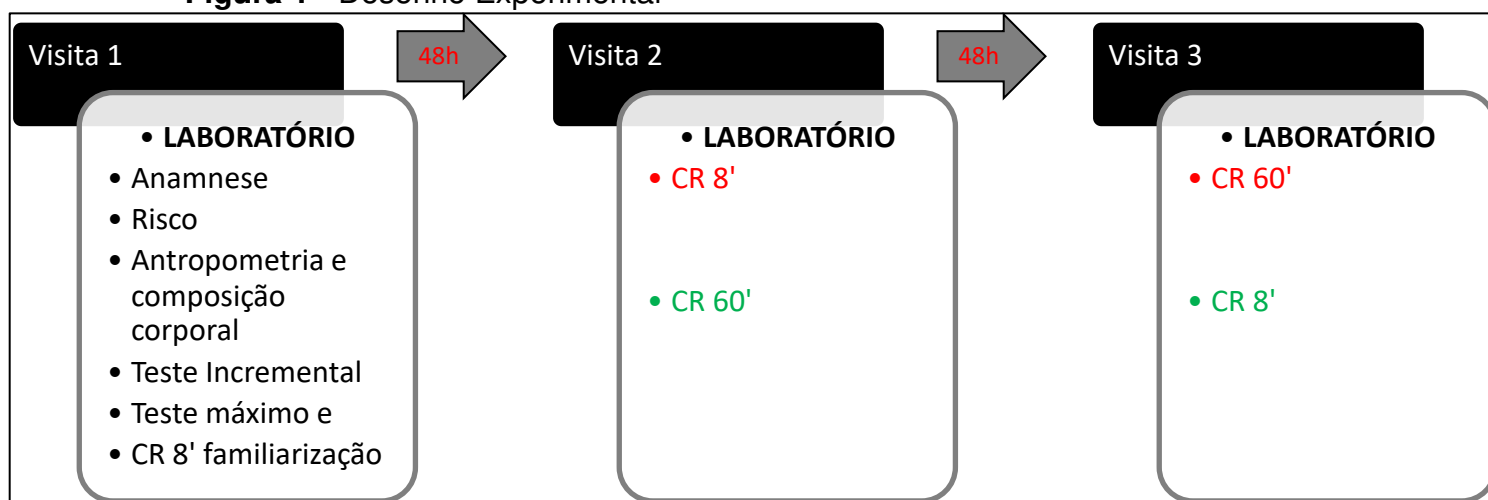
Estando em concordância com as condições apresentadas, todos os avaliados assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, atendendo assim as exigências da legislação Brasileira para experimentos com seres humanos (466/12).

Todos os procedimentos tiveram início após aprovação do projeto por parte do Comitê de Ética em pesquisas com seres humanos da Universidade Federal de Viçosa (Número do parecer: 4.841.775 e registro no CAAE: 45939121.9.0000.5153)

Desenho do estudo

Para testar a validade do contrarrelógio de 8 minutos no ciclismo, cada voluntário passou por três sessões de avaliações, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Desenho Experimental



Fonte: próprio autor. Legenda: CR 8': contrarrelógio de 8 minutos; CR60': contrarrelógio de 60 minutos

As sessões ocorreram no turno da manhã, entre 6 e 10 horas, com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas.

A primeira visita foi destinada à anamnese e estratificação de risco através dos questionários de prontidão para a prática de atividades físicas (PAR-q) (Adams, 1999) e tabela de risco coronariano (Michigan Heart Association, 1973). Foram realizadas ainda as mensurações antropométricas e composição corporal, além de dois protocolos, sendo um para determinação dos limiares ventilatórios e o outro destinado à determinação do pico do consumo de oxigênio (VO₂ pico). As demais sessões foram destinadas à aplicação dos contrarrelógios.

Para todas as sessões os participantes foram instruídos a seguir a sua rotina prévia às competições (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Procedimentos

Perfil antropométrico e composição corporal

A massa corporal foi aferida utilizando-se uma balança eletrônica digital com capacidade de 150 quilogramas e precisão de 50g (Welmy, W200A, Brasil). A estatura dos avaliados foi mensurada utilizando um estadiômetro milimetrado com extensão de 2 metros e escala de 0,5 cm (Welmy, W200A, Brasil). A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do método de dobras cutâneas, onde a densidade corporal foi avaliada através da aplicação do protocolo de 3 dobras (Peitoral, abdominal e coxa) (Jackson; Pollock, 1978). Posteriormente a conversão da densidade corporal em percentual de gordura foi feita pela fórmula de Siri (Siri, 1961).

Protocolo incremental- Limiares

Cada voluntário realizou um protocolo incremental em sua própria bicicleta, utilizando suas sapatilhas, meias, short e camisa, estando a mesma acoplada a um rolo estacionário Zcycle (Smart ZPRO), com os pneus calibrados a 30 psi, sendo as informações relativas à potência (W), frequência cardíaca (BPM), cadência (RPM), velocidade (KM/h) e duração (minutos) transmitidas, em tempo real, por meio de uma tela pelo software Golden Cheetah®.

Este protocolo de exercício foi composto por 10 minutos de aquecimento (3' a 50w, 3' a 75w e 4' a 100w) e cadência média de 60 (\pm 5) rotações por minuto (RPM), movimentando o câmbio traseiro gradativamente em direção a segunda catraca até o minuto final do aquecimento. Após este período, com o câmbio posicionado na segunda catraca, a carga foi ajustada a 125 W, para início do protocolo. Durante o mesmo a carga foi acrescida em 25 watts a cada 3 minutos, mantendo uma cadência média de 60 (\pm 5) RPM até que o avaliado atingisse seu limiar anaeróbio (GAVIN *et al.*, 2012). A partir de então, o voluntário entrou em um período de recuperação ativa de 8 minutos, com uma carga de 75 W até atingir 120 bpm para em sequência iniciar a etapa de determinação do VO₂ pico. Esta etapa se iniciou com a resistência ajustada para 150 watts e teve um incremento de 25 W a cada minuto, até a máxima fadiga voluntária (Klika *et al.*, 2007).

Ao longo de todo procedimento o VO₂, a ventilação pulmonar e a razão de trocas respiratórias foram continuamente mensuradas por meio do analisador de

gases metabólicos Medgraphics BREEZESUITE CPX Ultima (Medical Graphics Corporation, St. Paul, Minnessota, EUA).

Para a caracterização do VO₂ pico, o voluntário deveria apresentar pelo menos três das características a seguir: (1) Estabilização do consumo de oxigênio e/ou da (2) frequência cardíaca mediante o incremento de carga; (3) quociente respiratório superior a 1,10; (4) frequência cardíaca com variação de ± 8 batimentos em relação à máxima calculada através da equação proposta por Jones *et al.* (JONES *et al.*, 1985); (5) Percepção subjetiva de esforço superior a 17 (escala de 6 a 20 pontos) (Duncan; Howley; Johnson, 1997).

Já os limiares ventilatórios 1 (LV1) e 2 (LV2) foram determinados conforme os seguintes critérios: (1) O LV1 foi determinado a partir do aumento do equivalente ventilatório de oxigênio ($VE / \dot{V}O_2$) e da pressão expiratória final de oxigênio (PetO₂), sem aumento concomitante do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ($VE / \dot{V}CO_2$); (2) O LV2 foi determinado a partir do aumento em ambos os equivalentes ventilatórios ($VE / \dot{V}O_2$ e $VE / \dot{V}CO_2$) e uma diminuição na pressão expiratória final de dióxido de carbono (PetCO₂) (Caiozzo *et al.*, 1982; Pallarés *et al.*, 2016).

A frequência cardíaca foi monitorada através da utilização de um frequencímetro da marca Polar (modelo Polar H10 heart rate sensor) sendo os valores relativos aos batimentos cardíacos transmitidos por meio de uma tela pelo software Golden Cheetah®.

A potência aeróbia máxima (P_{max}) foi determinada como a carga (W) correspondente ao último estágio de carga concluído pelo sujeito durante o protocolo incremental. Se o último estágio de carga não foi completado, a P_{max} foi calculada de acordo com (Kuipers *et al.*, 1985):

$$P_{max} = C_c + (t / 60 * 25)$$

Onde: C_c é a última carga completada (W), t é o tempo registrado na carga incompleta (s) e 25 é o valor do incremento em watts.

Todos os procedimentos foram realizados com os voluntários hidratados (densidade da urina abaixo de 1020) e em ambiente termo neutro (temperatura 20 - 22°C, umidade 40 - 60%) (ACSM, 2018; McDermott *et al.*, 2017).

Contrarrelógio de 8 minutos

O contrarrelógio de 8 minutos foi realizado conforme sua versão original. Esta consiste em um aquecimento prévio de 23 minutos alternando entre altas e baixas intensidades, seguido de dois contrarrelógios de 8 minutos, contendo entre os estímulos um intervalo ativo de 10 minutos (Quadro 1). Após ambos os estímulos, ao valor de potência média mais alta observada foi aplicado um fator de correção, multiplicando o resultado por 0,90 para determinação do FTP (Carmichael; Rutberg, 2004).

Quadro 1 - Protocolo para o contrarrelógio de 8 minutos.

Aquecimento específico	• 10 minutos de aquecimento inicial em intensidade leve a moderada
	• 1 minuto de pedal rápido (em uma marcha leve, aumentar a cadência o mais alto que puder, sem sair do selim);
	• 1 minuto de recuperação de rotação fácil (em uma marcha leve, reduzir a cadência);
	• 2 minutos de pedal rápido (cadência acima de 100 rpm);
	• 1 minuto de recuperação de rotação fácil;
	• 1 minuto de intervalo de potência (intervalo de intensidade máxima de 90 a 95 rpm; aumentar a intensidade gradualmente ao longo dos primeiros 30 segundos e manter esse nível de esforço até o final do intervalo);
	• 2 minutos de recuperação de rotação fácil;
	• 1 minuto de intervalo de potência;
	• 4 minutos de recuperação de rotação fácil;
CR8 - 1	• Contrarrelógio de 8 minutos;
Recuperação inter-teste	• 10 minutos de recuperação ativa;
CR8 - 2	• Contrarrelógio de 8 minutos;
Volta a calma	• 10 minutos de recuperação ativa;

Fonte: (Carmichael; Rutberg, 2004). Legenda: CR8: contrarrelógio de 8 minutos; RPM: rotações por minuto;

Para este procedimento foi utilizado um rolo estacionário Zcycle (Smart ZPRO), equipado com medidor de potência próprio, com precisão de 3%, posicionado com uma inclinação de 2%. As informações relativas às variáveis monitoradas foram transmitidas por meio de uma tela pelo software Golden Cheetah®.

Foram mensuradas a frequência cardíaca média e máxima, potência média e máxima (Allen; Cogan, 2006), distância percorrida, velocidade média, cadência média e percepção subjetiva de esforço (6-20).

Durante os protocolos experimentais as variáveis mensuradas foram ocultadas dos sujeitos, visando não influenciar na estratégia de ritmo durante sua execução (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Contrarrelógio de 60 minutos

Além do contrarrelógio de 8 minutos, cada ciclista realizou ainda, um contrarrelógio 60 minutos (Quadro 2) (Coyle *et al.*, 1991) em sua própria bicicleta e com a utilização dos mesmos equipamentos individuais pessoais (sapatilhas, meias e roupas) utilizados nos procedimentos experimentais anteriores.

Quadro 2 - Protocolo para o contrarrelógio de 60 minutos.

Aquecimento	10 minutos de aquecimento em rotação fácil (~70 rpm) intensidade leve a moderada;
	3 minutos de recuperação em rotação fácil (< 60 rpm)
CR60	Contrarrelógio de 60 minutos;
Volta a calma	10 minutos de recuperação em ritmo fácil; (< 60 rpm)

Fonte: (Coyle *et al.*, 1991). Legenda: CR60: contrarrelógio de 60 minutos; RPM: rotações por minuto;

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi testada por meio do teste de Shapiro-Wilk, sendo que todas apresentaram distribuição normal.

A concordância entre os estímulos do contrarrelógio de 8 minutos com o estímulo do contrarrelógio de 60 minutos foi verificada por meio do coeficiente de correlação intraclasse (ICC). Para a interpretação do coeficiente de correlação foram utilizados os limiares propostos por Hopkins *et al* (2009): <0,09 (trivial); 0,1–0,29 (pequena); 0,30–0,49 (moderada); 0,50–0,69 (grande); 0,70–0,89 (muito grande); 0,90–0,99 (quase perfeita); 1 (perfeita).

Além do ICC, a validade entre os procedimentos também foi avaliada por meio dos gráficos de Bland-Altman com seus respectivos dados médios e seu desvio padrão (Bland; Altman, 1986). Um complemento estatístico foi feito aos gráficos de Bland-Altman através do teste de regressão linear simples, no intuito de verificar a presença de viés de proporção.

A comparação entre a média das variáveis analisadas em cada um dos estímulos dos contrarrelógios de 8 minutos e o contrarrelógio de 60 minutos, foi realizada através da análise de variâncias (ANOVA) de medidas repetidas com, com post-hoc de Sidak nos momentos em que foram identificadas diferenças estatisticamente significativas.

Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os procedimentos estatísticos, sendo os mesmos realizados através do software SPSS, versão 23 (Version 23, IBM 216 Corp., Armonk, NY, USA).

Resultados

Participaram deste estudo 9 ciclistas de mountain bike, experientes, bem treinados, com experiência em competições, conforme os dados apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Característica da amostra de ciclistas de mountain bike. (n=9)

Variável	Média ± Desvio padrão
Idade (anos)	25,46 ± 7,49
Massa Corporal (quilogramas)	74,71 ± 14,74
Estatura (metros)	1,74 ± 0,08
Índice de Massa Corporal	24,59 ± 3,65
Percentual de gordura corporal	15,78 ± 5,75
Tempo de prática (anos)	8,22 ± 4,24
Competições por ano	8,22 ± 5,72
Horas de treino semanal	11,33 ± 4,09
Dias de treino semanal	5,44 ± 1,24
Quilometragem de treino semanal	223,89 ± 113,13
LV1 (ml (kg.min) ⁻¹)	32,16 ± 5,98
LV2 (ml (kg.min) ⁻¹)	46,00 ± 6,85
VO ₂ pico (ml (kg.min) ⁻¹)	53,66 ± 7,92
PO ao LV1 (watts)	193,78 ± 31,56
PO ao LV2 (watts)	301,44 ± 32,22
PO pico (watts)	364,59 ± 41,40
FC ao LV1 (bpm)	145 ± 14,75
FC ao LV2 (bpm)	179 ± 5,79
FC pico (bpm)	192 ± 5,89

Fonte: Próprio autor. Legenda: LV: limiar ventilatório; PO: potência aeróbia; FC: frequência cardíaca; ml: mililitros; Kg: quilogramas; min: minutos; bpm: batimentos por minuto.

Em relação à validade do contrarrelógio de 8 minutos, evidencia-se que ambos os estímulos de 8 minutos apresentaram inúmeras variáveis com considerável concordância com o teste referência, conforme exposto na tabela 2.

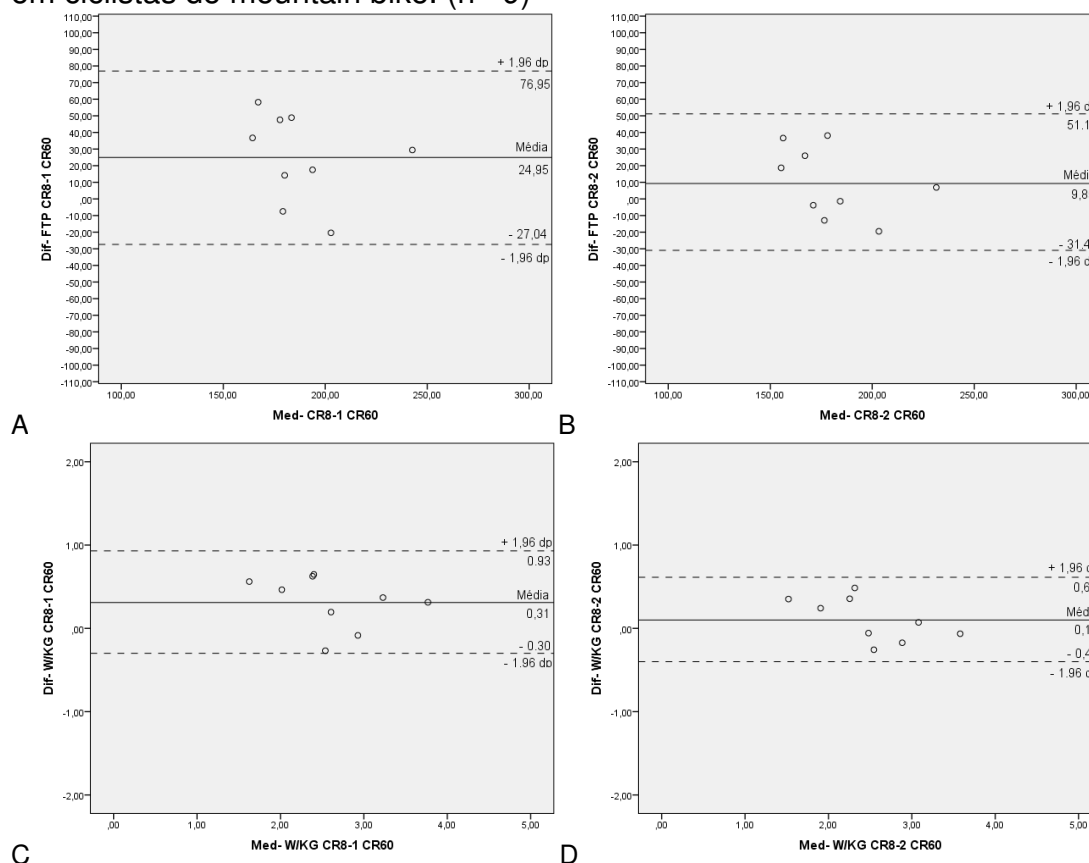
Tabela 2 - Validade do contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike. (n=9)

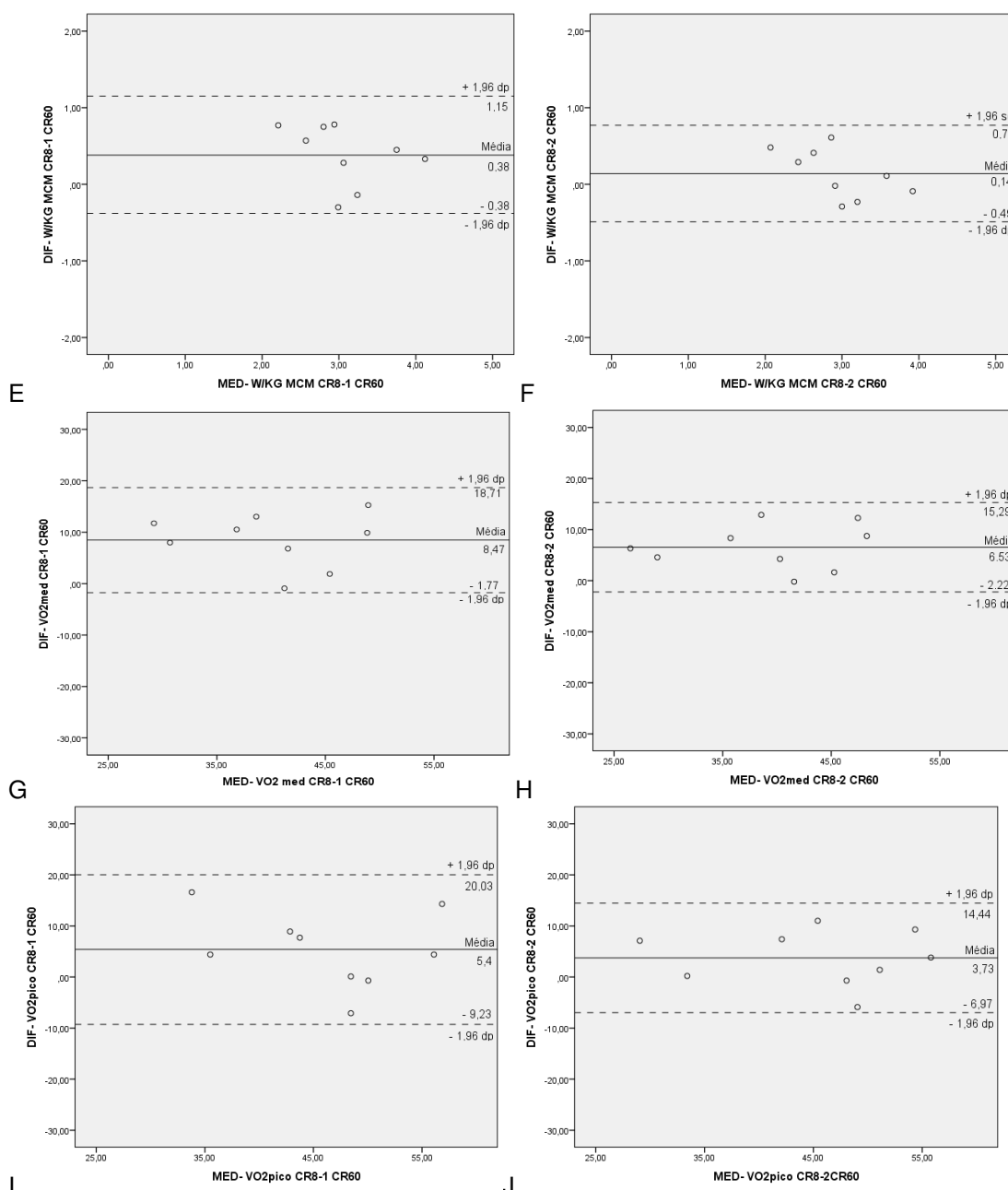
	CR8-1		CR-60		CCI	CR8-2		CR-60		CCI
	Média	DP	Média	DP	(IC95%)	Média	DP	Média	DP	(IC95%)
Velocidade (Km/h)	24,67	1,18	21,69	1,99	0,221 (-0,254; 0,710)	23,64	1,11	21,69	1,99	0,483 (-0,324; 0,863)
Cadência(rpm)	90,55	2,50	88,00	1,50	0,451 (-0,332; 0,850)	90,00	2,35	88,00	1,50	0,566* (-0,317; 0,892)
Potência (w)	222,66	26,34	175,44	30,26	0,373 (-0,240; 0,811)	205,89	23,98	175,44	30,26	0,611* (-0,285; 0,910)
FTP (w)	200,40	23,70	175,44	30,26	0,554 (-0,334; 0,887)	185,30	21,58	175,44	30,26	0,792* (0,187; 0,952)
W/Kg	2,76	0,60	2,45	0,70	0,889* (0,230; 0,978)	2,56	0,55	2,45	0,70	0,952* (0,803; 0,989)
W/Kg MCM	3,27	0,54	2,88	0,67	0,804* (-0,023; 0,958)	3,02	0,49	2,88	0,67	0,912* (0,642; 0,980)
FC média (bpm)	173	7,35	161	14,29	0,168 (-0,713; 0,746)	172,22	7,16	161	14,29	0,188 (-0,807; 0,764)
VO₂ médio (ml (kg.min)⁻¹)	44,38	7,42	35,91	7,75	0,891* (0,189; 0,978)	42,45	8,24	35,91	7,75	0,781* (-0,223; 0,957)
VO₂ Pico (ml (kg.min)⁻¹)	48,90	7,97	43,50	9,73	0,723* (-0,052; 0,935)	47,23	9,28	43,50	9,73	0,882* (0,446; 0,974)

Fonte: Próprio autor. Legenda: FTP: *functional threshold power*; rpm: rotações por minuto; W: *watts*; Kg: quilogramas; MCM: massa corporal magra; FC: frequência cardíaca; VO₂: consumo de oxigênio; ml: mililitros; min: minuto; Km: quilômetros; h: hora. * *variável em que houve concordância entre os testes*;

A figura 2 apresenta os gráficos de Bland-Altman das variáveis de potência e consumo de oxigênio para a comparação entre o primeiro estímulo de 8 minutos e CR 60 minutos e entre o segundo estímulo de 8 minutos e o CR 60 minutos. Com exceção do FTP no primeiro estímulo de 8 minutos (A), todas as demais variáveis apresentaram concordância entre os métodos, além disso, em nenhum dos gráficos foi identificado viés de proporção (A- $p= 0,464$; B- $p= 0,232$; C- $p= 0,395$; D- $p= 0,089$; E- $p= 0,369$; F- $p=0,097$; G- $p= 0,865$; H- $p= 0,769$; I- $p= 0,504$; J- $p= 0,825$.)

Figura 2 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP, W/KG, W/KGMCM, Vo2 médio e Vo2 pico entre os contrarrelógios de 8 minutos com o de 60 minutos em ciclistas de mountain bike. (n= 9)

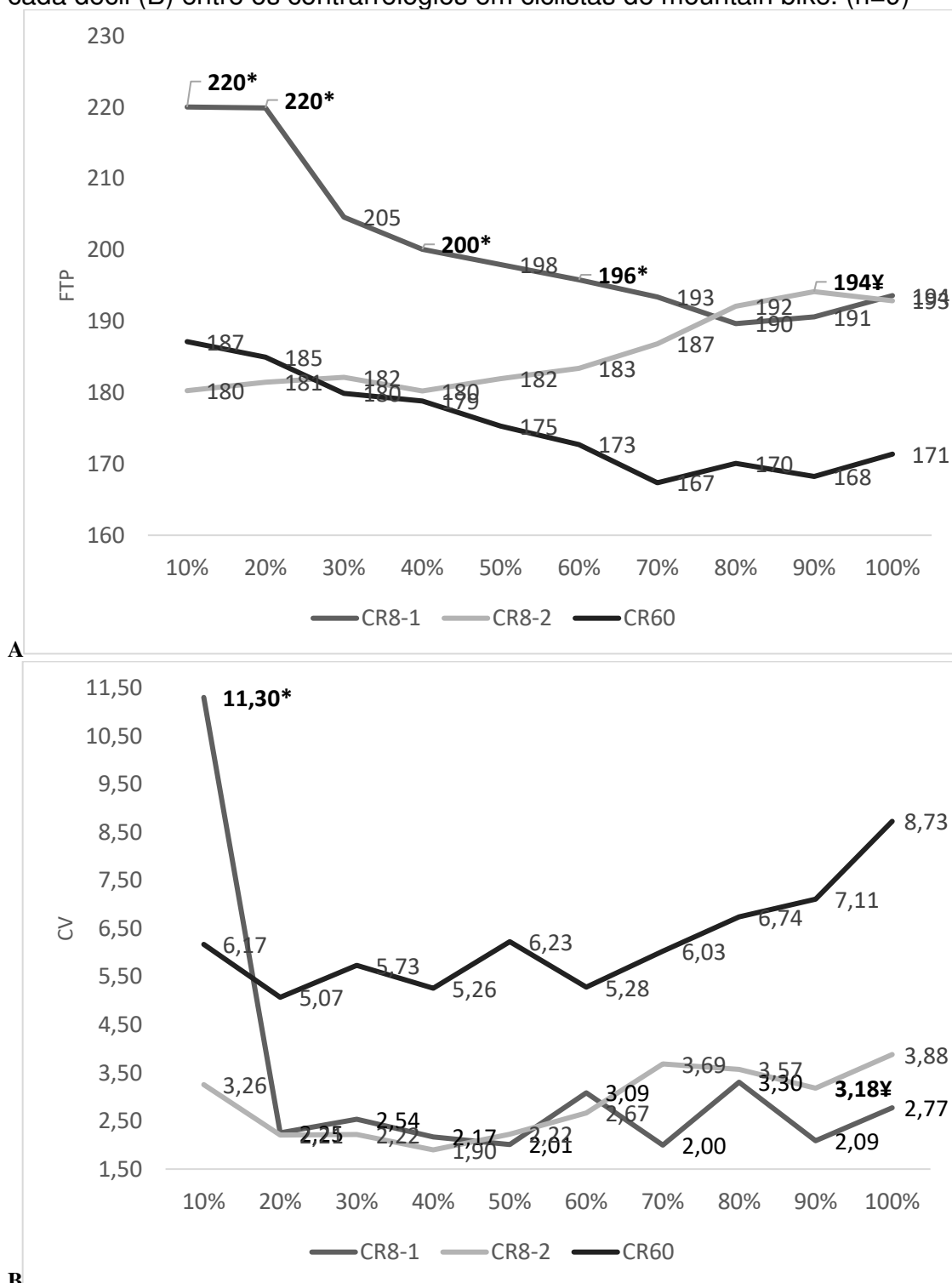




Fonte: Próprio autor. Legenda: Dif: diferença; CR: contrarrelógio; Med: média; dp: desvio padrão; FTP: funcional threshold power;; W: watts; Kg: quilogramas; MCM: massa corporal magra; FC: frequência cardíaca; VO2: consumo de oxigênio;

A figura 3 ilustra a comparação da média do (A) FTP e do (B) coeficiente de variação do FTP a cada decil entre cada um dos três estímulos (CR8-1, CR8-2, CR60) realizados.

Figura 3 - Comparação das médias do FTP (A) e do coeficiente de variação a cada decil (B) entre os contrarrelógios em ciclistas de mountain bike. (n=9)



Fonte: Próprio autor. Legenda: CR: contrarrelógio; FTP: funcional threshold power; CV: coeficiente de variação; * $p < 0,05$ (CR8-1 e CR8-2); ¥ $p < 0,05$ (CR8-2 e CR60))

Discussão

A presente investigação teve como objetivo avaliar a validade do contrarrelógio de 8 minutos. Com base nos dados obtidos verifica-se que de fato há uma alta concordância entre o teste proposto (CR8) e o teste padrão (CR60) para uma série de variáveis (FTP, W/Kg, W/KgMCM, Vo2 médio e Vo2 pico). Além deste achado, observa-se que ao longo dos testes há uma semelhança no comportamento do FTP, bem como uma semelhança na variabilidade deste indicador.

No ciclismo, a utilização de testes contrarrelógios para determinação de variáveis fisiológicas de treinamento é algo corriqueiro (Borszcz; Tramontin; Costa, 2019; Lillo-Beviá *et al.*, 2019; Sanders *et al.*, 2020; Valenzuela *et al.*, 2018). Uma das variáveis mais precisas e eficientes para o treinamento de ciclistas é a potência. Um dos primeiros testes a serem propostos para a determinação desta variável foi o contrarrelógio de 60 minutos. Apesar de sua larga utilização até os dias atuais, muitos outros testes têm surgido em alternativa a este protocolo, a exemplo o teste de contrarrelógio de 8 e 20 minutos (Allen; Cogan, 2006; Carmichael; Rutberg, 2004; Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Dentre nossos resultados, chama a atenção para a concordância dos dados obtidos no segundo estímulo do CR8 e aqueles obtidos no CR60 para o FTP (ICC: 0,792, $p=0,016$). Estes valores sugerem uma forte concordância entre os procedimentos, dados estes corroborados pela disposição dos valores a partir do plot de Bland-Altman da figura 2- B, sem viés de proporção ($p=0,232$).

Ainda sobre o FTP, outra análise realizada nesta investigação que enrobustece a concordâncias entre o CR8 e CR60 foi o comportamento do FTP e seu respectivo coeficiente de variação ao longo dos testes, analisando cada decil (figura 2). Na comparação entre o primeiro estímulo de 8 minutos e o CR60 evidencia-se uma série de decis divergentes (1^o, 2^o, 4^o e 6^o). Já em relação à comparação do segundo estímulo de 8 minutos com o CR60, existe uma maior concordância dos dados obtidos, onde fora identificado diferença estatística entre as médias apenas no penúltimo decil. Em relação ao coeficiente de

variação, fica evidente que percentualmente o CR60 apresenta uma maior variabilidade em cada decil se comprado a ambos os estímulos do CR8, todavia, apenas no primeiro (CR8-1 vs CR60) e no penúltimo (CR8-2 vs CR60) decil foram identificados diferença estatística.

Outra variável relacionada à potência em que os dados se apresentaram de forma interessante foi a potência relativa à massa corporal (W/kg). No mountain bike esta variável é extremamente importante para uma performance esportiva de sucesso haja visto que a massa corporal é uma variável que influencia a performance (Lee *et al.*, 2002).

Ao analisar a concordância da potência relativa à massa corporal (W/Kg) entre cada estímulo do CR8 com o CR60, foi verificado uma concordância muito forte ou quase perfeita (CR8-1 vs CR60- ICC: 0,889, $p < 0,001$; CR8-2 vs CR60- ICC: 0,952, $p < 0,001$). Resultados similares são também verificados ao se analisar a potência relativa à massa magra entre cada estímulo do CR8 com o CR60, também com uma concordância muito forte ou quase perfeita (CR8-1 vs CR60- ICC: 0,804, $p = 0,003$; CR8-2 vs CR60- ICC: 0,912, $p = 0,001$). Tais resultados ainda são reforçados pela disposição de todos os voluntários dentro do intervalo da diferença média dos testes \pm dois desvios padrão nos gráficos 1C, 1D, 1E e 1F de Bland-Altman (figura 2), sem viés de proporção ($p = 0,395$; $p = 0,089$; $p = 0,369$; $p = 0,097$).

Uma questão relevante a ser mencionada é o fato do protocolo original do CR8 sugerir a utilização do maior resultado observado entre os dois estímulos realizados, como parâmetro para a prescrição, sendo este geralmente obtido no primeiro estímulo do CR8 (Carmichael; Rutberg, 2004). Os achados do presente estudo corroboram com a hipótese de o maior resultado ter sido obtido no primeiro estímulo, reforçando o enquadramento funcional dos nossos voluntários como indivíduos treinados. Todavia contraria a sugestão inicial de se utilizar o maior estímulo como parâmetro, uma vez que os melhores valores de concordância para as variáveis de potência e VO₂ pico foram identificados no segundo estímulo do CR8. Este fato é importante, uma vez que esta escolha proposta pelo maior estímulo partiu da percepção dos autores com base em suas experiências no treinamento de ciclistas, e até onde foi possível verificar não foi encontrada nenhuma evidência científica para a comprovação ou refutação

deste estabelecido. Assim, este estudo é o pioneiro ao verificar que o segundo estímulo apresentou melhor concordância com o padrão ouro até então utilizado.

Além dos dados relacionados à potência, no contexto do ciclismo de mountain bike outras variáveis são igualmente relevantes quando se leva em consideração as características fisiológicas das provas. Uma destas é o consumo de oxigênio (ACSM, 2018).

Na presente investigação duas variáveis relacionadas ao consumo de oxigênio foram analisadas, sendo elas o VO₂ médio e o VO₂ pico. Em relação ao VO₂ médio é possível observar uma concordância muito forte entre os contrarrelógios (CR8-1 vs CR60- ICC: 0,891, $p < 0,001$; CR8-2 vs CR60- ICC: 0,781, $p = 0,001$), com destaque para os dados do primeiro estímulo de 8 minutos com o CR60. O mesmo patamar de concordância fora observado ao analisar o VO₂ pico, ou seja, um grau de concordância muito forte entre os protocolos (CR8-1 vs CR60- ICC: 0,723, $p = 0,021$; CR8-2 vs CR60- ICC: 0,882, $p = 0,001$), todavia, com os dados relativos ao segundo estímulo de 8 minutos mais fortes.

Esta maior concordância do primeiro estímulo de 8 minutos para o consumo médio de oxigênio talvez possa ser explicada pelo fato de que a média desta variável esteve mais próxima ao segundo limiar ventilatório (CR8-1: $44,38 \pm 7,42$, CR8-2: $42,45 \pm 8,24$, LV2: $46,00 \pm 6,85$). A mesma condição parece justificar o fato do segundo contrarrelógio de 8 minutos apresentar uma maior concordância para o VO₂ pico, uma vez que no segundo estímulo foi observado um valor mais próximo dos valores obtidos também no segundo limiar ventilatório (CR8-1: $48,90 \pm 7,97$, CR8-2: $47,23 \pm 9,28$, LV2: $46,00 \pm 6,85$). Diante deste cenário, tanto para o VO₂ médio, quanto para o VO₂ pico, o desempenho que mais se aproximou do valor médio do segundo limiar ventilatório foi o que apresentou uma melhor concordância. Estes dados corroboram com o estudo de Gavin *et al.*, (2012), onde o autor verificou que o contrarrelógio de 8 minutos ocorre na intensidade relativa ao segundo limiar metabólico.

Novamente, além no nível de concordância muito forte destas variáveis entre CR8 e CR60 observados pelo coeficiente de correlação intraclass, os plots de Bland-Altman (E, F, G e H) da figura 2 reforçam a validade, principalmente do segundo estímulo do CR8 frente ao procedimento padrão ouro, haja visto que todos os voluntários se apresentaram dentro da diferença

média dos testes \pm dois desvios padrão, sem viés de proporção ($p= 0,865$; $p= 0,769$; $p= 0,504$; $p= 0,825$).

Diferentemente das variáveis relacionadas à potência e ao consumo de oxigênio, algumas variáveis como velocidade média, cadência média e frequência cardíaca média, apresentaram fraca concordância ou não apresentaram concordância entre os procedimentos. Estes resultados são esperados uma vez que o pace e a estratégia adotada tendem a variar conforme a duração dos contrarrelógios, não havendo para estas variáveis nenhum fator de correção.

Diante destes resultados, a prescrição do treinamento baseada na frequência cardíaca, apesar de ser muito utilizada e difundida, no meio do mountain bike não se revelou uma estratégia confiável na amostra recrutada.

A presente investigação, apesar de sua relevância e ineditismo, apresenta algumas limitações a destacar inicialmente o número reduzido de voluntários, o que ocorreu por questões logísticas que impediram a continuidade da coleta dos dados. Além disso, outra possível limitação foi a validação dos protocolos apenas em ambiente laboratorial. Todavia, como não há informações acerca da validade do CR8, testar este protocolo em ambiente controlado, como o laboratorial apresenta resultados promissores e confiáveis, nos permitindo sugerir estudos que busquem testar a validação do CR8 em ambiente de campo ou em um velódromo, ampliando sua validade ecológica e aplicabilidade.

Conclusão

Diante dos resultados é possível concluir que o contrarrelógio de 8 minutos é um teste válido para determinação de variáveis fisiológicas para o treinamento de ciclistas de mountain bike. Ademais, o segundo estímulo do CR8 apresentou valores médios inferiores para as variáveis de potência e consumo de oxigênio testadas, todavia, apresentaram maior robustez frente ao padrão ouro, diferentemente da recomendação original do protocolo.

Por fim, importante mencionar que a escolha pelo maior estímulo obtido no CR8 parte da percepção dos autores que propuseram o teste, com base no

dia a dia de treinamentos de ciclistas, não havendo no meio científico nenhuma comprovação ou refutação deste estabelecido, sendo, portanto, nosso estudo, o primeiro a estabelecer esta relação, indicando que o segundo estímulo parece ser o melhor a ser utilizado.

Referências

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS IN MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Kogan, 2018.

ADAMS, R. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. **Canadian family physician Medecin de famille canadien**, v. 45, p. 992,995,1004-1005, abr. 1999.

ALLEN, H.; COGAN, A. **Training and racing with a power meter**. 1. ed. Boulder: VeloPress, 2006.

BLAND, J.; ALTMAN, D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307–310, 1986.

BORSZCZ, F. K.; TRAMONTIN, A. F.; COSTA, V. P. Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained Cyclists? **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 8, p. 1029–1035, set. 2019.

BUCHHEIT, M. Houston, We Still Have a Problem. **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 8, p. 1111–1114, set. 2017.

CAIOZZO, V. J. et al. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. **Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology**, v. 53, n. 5, p. 1184–1189, nov. 1982.

CARMICHAEL, C.; RUTBERG, J. **The Ultimate Ride: Get Fit, Get Fast, and Start Winning with the World's Top Cycling Coach**. 1. ed. New York: Berkley Publishing Group, 2004.

COYLE, E. F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 1, p. 93–107, jan. 1991.

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 38, n. 4, p. 297–316, 2008.

DUNCAN, G. E.; HOWLEY, E. T.; JOHNSON, B. N. Applicability of VO₂max

criteria: discontinuous versus continuous protocols. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 29, n. 2, p. 273–278, fev. 1997.

2019 Worldwide Cycling Index. **EcoCounter**, 2019. Acesso em 23 set. 2022. Disponível em: <https://www.eco-counter.com/2019-worldwide-cycling-index/>

GAVIN, T. P. et al. Comparison of a field-based test to estimate functional threshold power and power output at lactate threshold. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 2, p. 416–421, fev. 2012.

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.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. **British journal of sports medicine**, v. 39, n. 10, p. 747–751, out. 2005.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORÀ, S. M. The physiology of mountain biking. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 37, n. 1, p. 59–71, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORÀ, S. M. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. **International journal of sports physiology and performance**, v. 4, n. 2, p. 269–277, jun. 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

JEUKENDRUP, A. E.; CRAIG, N. P.; HAWLEY, J. A. The bioenergetics of World Class Cycling. **Journal of science and medicine in sport**, v. 3, n. 4, p. 414–433, dez. 2000.

JOBSON, S. A. et al. The analysis and utilization of cycling training data. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 833–844, 2009.

JONES, N. L. et al. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. **The American review of respiratory disease**, v. 131, n. 5, p. 700–708, maio 1985.

KLIKA, R. J. et al. Efficacy of cycling training based on a power field test. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 1, p. 265–269, fev. 2007.

KUIPERS, H. et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. **International journal of sports medicine**, v. 6, n. 4, p. 197–201, ago. 1985.

LEE, H. et al. Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, p. 1001–1008,

2002.

LILLO-BEVIÁ, J. R. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Metric to Estimate the Maximal Lactate Steady State in Cyclists? **Journal of strength and conditioning research**, v. 36, n. 1, p. 1–7, nov. 2019.

MACINNIS, M. J.; THOMAS, A. C. Q.; PHILLIPS, S. M. The Reliability of 4-min and 20-min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 1, p. 38–45, maio 2018.

MCDERMOTT, B. P. et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. **Journal of athletic training**, v. 52, n. 9, p. 877–895, set. 2017.

MICHIGAN HEART ASSOCIATION, M. Risko. **The Lancet**, v. 2, n. 7823, p. 243–244, 1973.

PALLARÉS, J. G. et al. Validity and Reliability of Ventilatory and Blood Lactate Thresholds in Well-Trained Cyclists. **PloS one**, v. 11, n. 9, p. 1–16, 2016.

SANDERS, D. et al. A Field-Based Cycling Test to Assess Predictors of Endurance Performance and Establishing Training Zones. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3482–3488, dez. 2020.

SIRI, W. E. Body composition from fluid paces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington, National Academy of Science, 1961.

SITKO, S.; CIRER-SASTRE, R.; LÓPEZ-LAVAL, I. An Update Of The Allen & Coggan Equation To Predict 60-Min Power Output In Cyclists Of Different Performance Levels. **International journal of sports medicine**, out. 2023.

UNION CYCLISTE INTERNTIONAL (UCI). **Annual Report**, Aigle, 01 jun. 2020. Acesso: 25 set. 2022. Online. Disponível em: <https://www.uci.org/news/2020/the-uci-publishes-its-2019-annual-report>

VALENZUELA, P. L. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Surrogate of the Lactate Threshold? **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 10, p. 1293–1298, nov. 2018.

3.2 ARTIGO 2- Validade e reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos para determinação de variáveis para o treinamento de ciclistas de mountain bike

Submetido em: The Journal of Strength and Conditioning Research

Resumo

Testes de contrarrelógios são rotineiramente aplicados para a obtenção de variáveis fisiológicas para o treinamento de ciclistas, contudo, sua validade e reprodutibilidade desses protocolos devem ser testadas para que sua aplicação tenha reconhecimento científico. Neste intuito, este estudo objetivou avaliar a validade e reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos em ambiente laboratorial. A amostra foi composta por 16 ciclistas treinados, do sexo masculino, com idade de $31,06 \pm 10,87$ anos. Foram realizados testes incrementais e os contrarrelógios de 8 (CR8), 20 (CR20) e 60 (CR60) minutos para obtenção de dados fisiológicos. A validade e reprodutibilidade dos testes foram analisadas estatisticamente através do coeficiente de correlação intraclasse e dos gráficos de Bland-Altman. Adotou-se um nível de significância de 5%, sendo todas as análises realizadas pelo SPSS. Os resultados demonstram concordância entre cada estímulo do CR8 com o CR60 para a variável Functional Threshold Power (FTP) (CR8 – 1.1 vs CR60 - ICC: 0,504; CR8 – 1.2 vs CR60 - ICC: 0,700; CR8 – 2.1 vs CR60 - ICC: 0,780; CR8 – 2.2 vs CR60 - ICC: 0,853) e watts por quilograma (W/kg) (CR8 – 1.1 vs CR60 - ICC: 0,693; CR8 – 1.2 vs CR60 - ICC: 0,769; CR8 – 2.1 vs CR60 - ICC: 0,868; CR8 – 2.2 vs CR60- ICC: 0,872), bem como do CR8 com o CR20 para o FTP (CR8 - 1.1 vs CR20 - ICC: 0,884; CR8 - 1.2 vs CR20 - ICC: 0,960; CR8 – 2.1 vs CR20 - ICC: 0,880; CR8 -2.2 vs CR20 - ICC: 0,954) e W/kg (CR8 – 1.1 vs CR20 - ICC: 0,793; CR8 – 1.2 vs CR20 - ICC: 0,964; CR8 – 2.1 vs CR20 - ICC: 0,918; CR8 – 2.2 vs CR20 - ICC: 0,958). Além disso, demonstram que o CR8 é reprodutível no aquecimento (potência (ICC: 0,798), W/kg (ICC: 0,900)), no primeiro estímulo (FTP (ICC: 0,828), W/kg (ICC: 0,902)) e no segundo estímulo (FTP (ICC: 0,919), W/kg (ICC: 0,926)). Diante disso, é possível concluir que o CR 8 é um procedimento válido frente ao padrão ouro (CR60) e ao procedimento mais frequentemente utilizado pelos treinadores de ciclistas (CR20), bem como é reprodutível em todas as suas etapas, o que torna o CR8 uma alternativa para a prescrição de treinamento e controle do desempenho de ciclistas.

Palavras-chave: Validade; Reprodutibilidade; Contrarrelógio; Teste de esforço; Ciclismo.

Introdução

A condução de uma bicicleta, seja para lazer, locomoção ou esporte, requer a participação coordenada de diferentes grupamentos musculares, sistemas de fornecimento energético, bem como da adequada dosagem e controle de seus limites, ainda sendo afetada por aspectos ambientais e da geometria e características técnicas da bicicleta, de tal forma que as exigências sobre estes elementos são diretamente proporcionais à intensidade do esforço realizado, conforme a modalidade praticada (Coyle, 1995; Bassett; Howley, 2000; Jeukendrup; Craig; Hawley, 2000; Joyner; Coyle, 2008).

O ciclismo de montanha (mountain bike - MTB) é uma modalidade de ciclismo predominantemente aeróbico, com participação relevante do sistema anaeróbico, em que o consumo máximo de oxigênio, limiares metabólicos e potência são determinantes do sucesso esportivo, (Impellizzeri *et al.*, 2005a, 2005b; Impellizzeri; Marcora, 2007). Desta forma, o treinamento dos aspectos físicos do ciclismo, almejam estimular e gerar adaptações nestes componentes, sendo especialmente importante o controle das intensidades relativas destes parâmetros para a prescrição do treinamento.

Dentre as inúmeras variáveis utilizadas no treinamento de ciclistas mais recentemente, a potência se mostra como a mais eficiente e comumente utilizada em contexto profissional (Jobson *et al.*, 2009). Neste aspecto, Allen e Cogan, (2006) propuseram a utilização de intensidades relativas à potência como estratégia para a prescrição do treinamento de ciclistas através da determinação do *Functional Threshold Power* (FTP), sendo este limiar determinado a partir da utilização de um teste contrarrelógio de 60 minutos (Coyle *et al.*, 1991).

Apesar de sua relevância, sua aplicação prática devido a duração relativamente longa deste teste, limita sua aplicação, pois o esforço requer um alto grau de concentração e pode induzir uma fadiga considerável levando à interrupção do procedimento avaliativo (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018), sendo este um fator crítico do teste.

Nesta perspectiva, contrarrelógios mais curtos vem sendo propostos na literatura para avaliação do FTP, como os contrarrelógios de 8 e 20 minutos,

propostos inicialmente por Carmichael; Rutberg, (2004) e Allen; Cogan, (2006), respectivamente. Estes procedimentos possibilitam a determinação do FTP a partir da aplicação de fatores de correção à potência obtida, sendo o FTP representado por 90% e 95% da potência média obtida nos contrarrelógios de 8 e 20 minutos, respectivamente (Carmichael; Rutberg, 2004; Allen; Cogan, 2006).

Diversos estudos têm avaliado a utilização do contrarrelógio de 20 minutos para diferentes finalidades, existindo assim, robustas evidências acerca da utilidade e aplicabilidade deste protocolo, sendo este protocolo o mais frequentemente utilizado para a obtenção do FTP em ciclistas (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018; Valenzuela *et al.*, 2018; Borszcz; Tramontin; Costa, 2019; Lillo-Beviá *et al.*, 2019; Mcgrath *et al.*, 2019; Sørensen *et al.*, 2019; Denham *et al.*, 2020; Mackey; Horner, 2021).

Já em relação ao contrarrelógio de 8 minutos, o volume de estudos são consideravelmente menores (Klika *et al.*, 2007; Gavin *et al.*, 2012; Sanders *et al.*, 2020), existindo assim, importantes lacunas a serem preenchidas, sendo necessário ampliar o nível de evidências científicas sobre esse tema, auxiliando assim, uma prática profissional baseada em evidências, por parte de treinadores e atletas.

Neste contexto, informações sobre a reprodutibilidade do protocolo de contrarrelógio de 8 minutos, proposto por (Carmichael; Rutberg, 2004), bem como sua validade em determinar o FTP a partir da aplicação do fator de correção (90% da potência média) em condições controladas permanecem obscuras. Além disso, considerando o nível de evidências científicas deste protocolo este estudo pretende estabelecer uma etapa científica importante para aplicação de um teste, de forma que possa ser uma ferramenta certificada para ser empregada na preparação física e técnica de ciclistas. Assim sendo, a presente investigação tem como objetivo avaliar a validade e reprodutibilidade do teste contrarrelógio de 8 minutos no ciclismo de mountain bike em ambiente laboratorial.

Materiais e Métodos

Grupo amostral

O estudo foi composto por 16 sujeitos que atenderam a um conjunto de critérios de inclusão e de exclusão, dentre os quais destacam-se: de gênero masculino; com questionário de prontidão para a prática de atividades físicas (PAR-q) negativo; baixo risco coronariano avaliado pelo questionário RISKQ; faixa etária compreendida entre 18 a 45 anos; não estar consumindo medicamentos que possam interferir nos resultados metabólicos; não ser usuário de tabaco ou drogas; não ser possuidor de doenças metabólicas como diabetes, hipertensão ou outra doença hormonal; não ser possuidor de doenças osteomusculares como problemas de joelho, quadril ou tornozelo que impeçam ou prejudiquem o desempenho físico; não apresentar histórico de problemas de circulação ou de problema renal; e ser enquadrado com indivíduo treinado, ou seja, estar praticando o ciclismo pelo menos três vezes por semana, com duração semanal mínima de 5 horas, cobrindo distâncias entre 60 e 250 km por semana há pelo menos 12 meses (De Pauw et al., 2013).

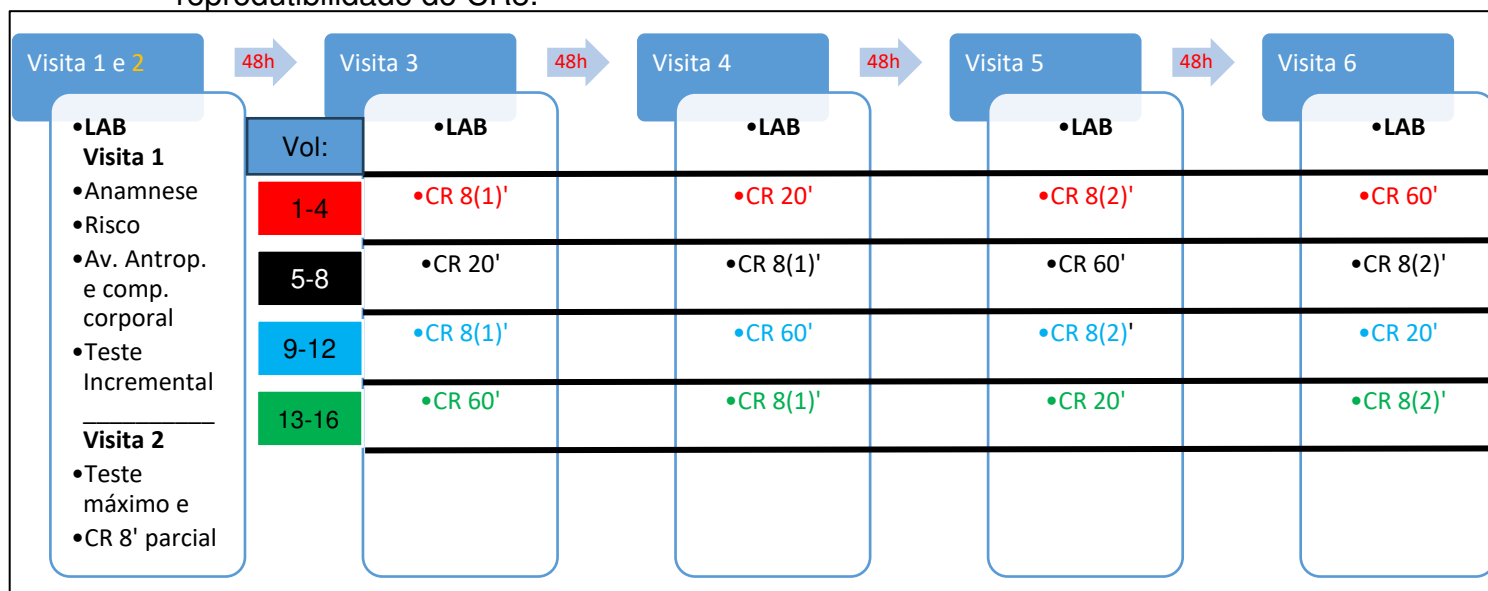
Um grupo de ciclistas foram convidados a participar do estudo. Os voluntários que atenderam aos critérios de inclusão foram convidados a participar e após esta etapa foram esclarecidos quanto aos objetivos do estudo e abordagem metodológica, assim como o tempo de dedicação ao estudo e ação comportamental que deveria ser adotada nos dias que antecederam a coleta de dados. Estando em concordância com as condições apresentadas, todos os avaliados assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, atendendo assim as exigências da legislação brasileira com pesquisas com seres baseados na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Todos os procedimentos tiveram início após aprovação do projeto por parte do Comitê de Ética em pesquisas com seres humanos da Universidade Federal de Viçosa (Número do parecer: 4.841.775 e registro no CAAE: 45939121.9.0000.5153)

Desenho do estudo

Para testar a validade e reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos no ciclismo, cada voluntário passou por seis sessões. As duas primeiras foram

comuns a todos, sendo as demais definidas através da aplicação do quadrado latino (crossover) randomizado, conforme indicado por Mead (1988) sendo apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Desenho experimental empregado para avaliar a validade e reprodutibilidade do CR8.



Fonte: próprio autor. Legenda: CR 8': contrarrelógio de 8 minutos; CR 20': contrarrelógio de 20 minutos; CR60': contrarrelógio de 60 minutos; hrs: horas; LAB: laboratório; Vol: voluntários; Av: Avaliação; Antrop: Antropométrica; Comp: composição.

As visitas 1 e 2 tiveram uma duração de aproximadamente duas horas, ao passo que para as demais, foram necessárias, aproximadamente uma hora e trinta minutos, para cada. Estas ocorreram no turno da manhã, entre 6 e 10 horas, com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas, evitando assim a influência do ciclo circadiano caso a coleta fosse realizada em horários diferentes entre os dias.

A primeira visita foi destinada à anamnese e estratificação de risco através dos questionários de prontidão para a prática de atividades físicas (PAR-q) (Adams, 1999), e tabela de risco coronariano, proposta pela *Michigan Heart Association* (Michigan Heart Association, 1973). Foram ainda realizadas as mensurações antropométricas (massa corporal, estatura e Índice de Massa Corporal) e composição corporal através do protocolo de dobras cutâneas. Além destes procedimentos os voluntários foram submetidos a um protocolo para

determinação dos limiares aeróbio e anaeróbio por meio da mensuração do lactato plasmático.

A segunda visita foi destinada à aplicação de dois procedimentos, sendo um deles para determinação do pico da concentração de lactato e da potência aeróbica máxima e o outro para familiarização parcial com o protocolo do contrarrelógio de 8 minutos. As demais visitas foram destinadas à aplicação dos contrarrelógios a partir da distribuição randomizada dos voluntários, conforme figura 1.

Para todas as sessões os participantes foram instruídos a seguir a sua rotina prévia às competições, ou seja, descansar, se hidratar, se alimentar bem, entre outras condutas rotineiras, evitando realizar os testes em jejum e o uso de suplementos estimulantes (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Para garantir que o nível de hidratação e as características ambientais não influenciassem na performance do participante, ambas as variáveis foram monitoradas e ajustadas em todas as sessões. A densidade da urina foi avaliada previamente aos procedimentos experimentais por meio da utilização de um refractômetro óptico (LF Equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil) em que o voluntário só pôde iniciar o protocolo incremental com a densidade relativa da urina abaixo de 1.020 (Casa *et al.*, 2000; McDermott *et al.*, 2017). Caso a densidade da urina estivesse superior ao valor de referência, o voluntário deveria se hidratar e aguardar até que se atingisse tais valores. Estratégias de hidratação, com a utilização exclusiva de água puderam ser adotadas *Ad Libitum* ao longo de toda dinâmica experimental (Lillo-Beviá *et al.*, 2019).

Já as condições de temperatura e umidade foram ajustadas por meio de ar condicionado (*Consul CBK12EB/CBL12EB - 220V*) mantendo o ambiente termo neutro, ou seja, com temperatura ambiente entre 20 e 22°C, umidade entre 40 a 60% (ACSM, 2018), sendo os dados registrados por um termo Higrômetro digital (*Hygro Thermometer*®).

Procedimentos

Perfil antropométrico e composição corporal

A massa corporal e a estatura foram mensuradas utilizando uma balança eletrônica digital com estadiômetro (Welmy, W200A, Brasil). Este equipamento possui capacidade de 150 quilogramas e precisão de 50g para mensuração da massa corporal, bem como uma régua com 2 metros de extensão e escala de 0,5 cm para medição da estatura. A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do método de dobras cutâneas, onde a densidade corporal foi avaliada através da aplicação do protocolo de 3 dobras (Peitoral, abdominal, e coxa) (Jackson; Pollock, 1978). Posteriormente a conversão da densidade corporal em %G foi feita pela fórmula de Siri, (1961). Todos os procedimentos antropométricos foram realizados por um único avaliador treinado para esta função, empregando as técnicas propostas pela sociedade internacional para o avanço da cineantropometria (ISAK, 2019)

Testes Físicos

Para determinação dos limiares metabólicos, cada voluntário realizou um protocolo incremental em sua própria bicicleta, utilizando suas sapatilhas, meias, short e camisa, estando a mesma acoplada a um rolo estacionário *Zcycle (Smart ZPRO)*, com os pneus calibrados a 30 psi, sendo as informações relativas à potência (W), frequência cardíaca (BPM), cadência (RPM), velocidade (KM/h) e duração (minutos) transmitidas por meio de uma tela pelo software *Golden Cheetah®*. O emprego da própria bicicleta garante um teste com uma perspectiva ecológica do estudo. A imagem 1 apresenta um exemplo do ambiente de coleta.

Imagem 1 - Ambiente de coleta de dados de ciclistas de mountain bike



Fonte: Próprio autor

Este protocolo de exercício foi composto por 10 minutos de aquecimento (3' a 50w, 3' a 75w e 4' a 100w) em cadência livre, movimentando o câmbio traseiro gradativamente em direção a segunda catraca até o minuto final do aquecimento. Após este período, com o câmbio posicionado na segunda catraca, a carga foi ajustada a 150 W, para início do protocolo. Durante o a parte principal do protocolo a carga foi crescida em 25 watts a cada 3 minutos, com cadência livre até que o avaliado atingisse seu limiar anaeróbio, sendo este considerado ao valor fixo de $4. \text{ mmol.l}^{-1}$ (Gavin *et al.*, 2012). As concentrações de lactato sanguíneo foram mensuradas imediatamente antes do aquecimento, ao final do aquecimento e ao final de cada estágio (Coyle, 1995; Heck *et al.*, 1985).

Além deste protocolo, em outra visita os voluntários foram submetidos a um segundo protocolo, sendo este para determinação da potência aeróbia máxima e do pico da concentração de lactato. Este protocolo de exercício foi seguiu a mesma lógica do aquecimento descrito anteriormente. Após este período, com o câmbio posicionado na segunda catraca, a carga foi ajustada a 150 W, para início do protocolo. Durante o mesmo a carga foi crescida em 25 watts a cada minuto, com cadência livre, até que o avaliado atingisse a fadiga voluntária máxima (Klika *et al.*, 2007), que corresponde à incapacidade se seguir o teste mantendo a cadência superior a 55 rotações por minuto. Já no segundo protocolo a

mensuração das concentrações plasmáticas de lactato aconteceram antes do aquecimento, ao final do aquecimento, bem como imediatamente ao final do teste máximo.

Em ambos os protocolos a mensuração uma gota de sangue foi coletada do dedo indicador direito e a mesma foi inserida em um analisador portátil de lactato (Accutrend, Roche®, Mannheim, Alemanha). Para caracterização dos limiares de lactato aeróbio foi utilizado como referência a concentração de repouso + 1. mmol.l⁻¹, ao passo que para a caracterização o limiar de lactato anaeróbio foi utilizado como referência as concentrações plasmáticas de lactato em valores fixos de 4. mmol.l⁻¹ (Coyle, 1995; Heck *et al.*, 1985).

Já para a caracterização do esforço máximo, o voluntário deveria apresentar pelo menos três das características a seguir: (1) Estabilização da frequência cardíaca mediante o incremento de carga; (2) frequência cardíaca obtida ao final do teste com variação de ± 8 batimentos em relação à máxima calculada através da equação proposta por Jones *et al.*, (1985): $FC_{máx} = 202 - (0,72 \times \text{idade})$ (Marins; Fernández; Peinado, 2013); (3) concentração de lactato sanguíneo superior a 8. mmol.l⁻¹ ao final do esforço; (4) Percepção subjetiva de esforço superior a 17 (escala de 6 a 20 pontos); (5) Incapacidade de manter a cadência superior a 55 rpm (Duncan; Howley; Johnson, 1997).

A frequência cardíaca foi monitorada batimento a batimento, através da utilização de um frequencímetro da marca *Polar (modelo Polar H10 heart rate sensor)* sendo os valores relativos aos batimentos cardíacos transmitidos por meio de uma tela pelo software *Golden Cheetah®*.

A potência aeróbia máxima (P_{max}) foi determinada como a carga (W) correspondente ao último estágio de carga concluído pelo sujeito durante o protocolo incremental. Se o último estágio de carga não fosse completado, a P_{max} será calculada de acordo com (Kuipers *et al.*, 1985):

$$P_{max} = C_c + (t / 60 \times 25)$$

Onde: C_c é a última carga completada (W), t é o tempo registrado na carga incompleta (s) e 25 é o valor do incremento em watts.

Contrarrelógio de 8 minutos

A versão original do contrarrelógio de 8 minutos consiste em um aquecimento prévio de 23 minutos alternando entre altas e baixas intensidades, seguido de dois contrarrelógios de 8 minutos (Quadro 1), buscando manter a mais alta potência média neste intervalo de tempo, contendo entre os estímulos um intervalo ativo de 10 minutos. Após ambos os estímulos, ao valor de potência média mais alta observada é aplicado um fator de correção, multiplicando o resultado por 0,90 para determinação do FTP (Carmichael; Rutberg, 2004).

Quadro 1 - Protocolo para o contrarrelógio de 8 minutos (Carmichael; Rutberg, 2004);

Aquecimento Específico	• 10 minutos de aquecimentos inicial em intensidade leve a moderada (65 a 75 rpm);
	• 1 minuto de pedal rápido (em uma marcha leve, aumentar a cadência o mais alto que puder, sem sair do selim);
	• 1 minuto de recuperação de rotação fácil (em uma marcha leve, reduzir a cadência a 75 rpm);
	• 2 minutos de pedal rápido (cadência acima de 100 rpm);
	• 1 minuto de recuperação de rotação fácil (em uma marcha leve, reduzir a cadência a 75 rpm);
	• 1 minuto de intervalo de potência (intervalo de intensidade máxima de 90 a 95 rpm; aumentar a intensidade gradualmente ao longo dos primeiros 30 segundos e manter esse nível de esforço até o final do intervalo);
	• 2 minutos de recuperação de rotação fácil (em uma marcha leve, reduzir a cadência a 75 rpm);
	• 1 minuto de intervalo de potência;
	• 4 minutos de recuperação de rotação fácil (65 a 75 rpm);
CR8 - 1	• Contrarrelógio de 8 minutos;

Recuperação inter-teste	• 10 minutos de recuperação ativa;
CR8 - 2	• Contrarrelógio de 8 minutos;
Volta a calma	• 10 minutos de recuperação ativa;

Fonte: (Carmichael; Rutberg, 2004). Legenda: CR8: contrarrelógio de 8 minutos; RPM: rotações por minuto;

Na presente investigação os voluntários realizaram este protocolo em três ocasiões, sendo uma delas para familiarização (parcialmente na 2ª sessão) e as outras duas delas para avaliação da sua reprodutibilidade. Cada ciclista realizou o contrarrelógio em sua própria bicicleta e com a utilização dos mesmos equipamentos individuais pessoais (sapatilhas, meias e roupas em todos os protocolos).

Para estes procedimentos foi utilizado um rolo estacionário *Zcycle (Smart ZPRO)*, sendo o mesmo equipado com medidor de potência próprio, com precisão de 3%, posicionado com uma inclinação de 2%. Esse tipo de equipamento permite simular testes de ciclismo em diferentes percursos por meio de alteração na resistência imposta pelo aparelho sendo as informações relativas à potência (W), Frequência cardíaca (BPM), cadência (RPM), velocidade (KM/h) e duração (minutos) transmitidas por meio de uma tela pelo software *Golden Cheetah®*.

Ao longo do contrarrelógio de 8 minutos a concentração do lactato plasmático foi mensurada em quatro momentos distintos, sendo eles: (1) ao final do aquecimento, (2) imediatamente ao final do primeiro contrarrelógio, (3) imediatamente antes do segundo contrarrelógio e (4) imediatamente ao final do segundo contrarrelógio. Para este procedimento uma gota de sangue (0,5 µl) foi extraída do dedo indicador direito e inserido no analisador portátil de lactato (*Accutrend, Roche®, Mannheim, Alemanha*), segundo as recomendações de Coyle, (1995) e Heck *et al.*, (1985).

A frequência cardíaca foi monitorada através da utilização de um frequencímetro da marca *Polar (modelo Polar H10 heart rate sensor)*, durante todas as etapas dos protocolos, para determinação da frequência cardíaca média e máxima alcançadas.

Foram mensuradas ainda, potência média e máxima (Allen; Cogan, 2006), distância percorrida, cadência média e percepção subjetiva de esforço (6-20) (Borg, 1982).

Durante os protocolos experimentais as variáveis mensuradas foram ocultadas dos sujeitos, visando não influenciar na estratégia de ritmo durante sua execução, permanecendo a vista, somente informações relativas à duração do protocolo (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Contrarrelógios de 20 e 60 minutos

Além dos contrarrelógios de 8 minutos, cada ciclista realizou ainda, um contrarrelógio de 20 minutos (Quadro 2) e um contrarrelógio de 60 minutos (Quadro 3) (Allen; Cogan, 2006; Coyle *et al.*, 1991) em sua própria bicicleta e com a utilização dos mesmos equipamentos individuais pessoais (sapatilhas, meias e roupas) utilizados nos procedimentos experimentais anteriores.

Quadro 2 - Protocolo para o contrarrelógio de 20 minutos.

Aquecimento específico	10 minutos de aquecimento em rotação fácil (65 a 75 rpm);
	1 minuto de pedal rápido (> 100 rpm) x 1 minuto de recuperação em rotação fácil por 3 vezes;
	5 minutos de rotação fácil (65 a 75 rpm);
	5 minutos de contrarrelógio em esforço máximo;
	10 minutos de recuperação em ritmo fácil (< 60 rpm);
CR20	Contrarrelógio de 20 minutos;
Volta a calma	10 minutos de recuperação em ritmo fácil (< 60 rpm);

Fonte: (Allen; Cogan, 2006). Legenda: CR20: contrarrelógio de 20 minutos; RPM: rotações por minuto;

Quadro 3 - Protocolo para o contrarrelógio de 60 minutos.

Aquecimento	10 minutos de aquecimento em rotação fácil (~65 a 75 rpm) intensidade leve a moderada;
	3 minutos de recuperação em ritmo fácil (< 60 rpm)
CR60	Contrarrelógio de 60 minutos;
Volta a calma	10 minutos de recuperação em ritmo fácil; (< 60 rpm)

Fonte: (Coyle *et al.*, 1991). Legenda: CR60: contrarrelógio de 60 minutos; RPM: rotações por minuto;

Para estes contrarrelógios foram utilizados os mesmos equipamentos e procedimentos para a mensuração das variáveis obtidas nos contrarrelógios de 8 minutos, com exceção da avaliação das concentrações de lactato (Lillo-Beviá *et al.*, 2019; Macinnis; Thomas; Phillips, 2018). No contrarrelógio de 20 minutos este parâmetro foi avaliado em dois momentos distintos, sendo eles: (1) o final do aquecimento e (2) ao final do contrarrelógio de 20 minutos. Já no contrarrelógio de 60 minutos as concentrações de lactato foram mensuradas em três momentos distintos, sendo eles: (1) ao final do aquecimento, (2) aos 30 minutos do contrarrelógio de 60 minutos e (3) ao final do contrarrelógio de 60 minutos.

Análise Estatística

Os dados foram tabulados em uma planilha do Microsoft Excel, em duplicata. Após esta etapa todas as variáveis foram testadas quanto à sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis número de competições/ano, dias e quilometragem de treinamento semanal, potência ao primeiro limiar de lactato e distância percorrida apresentaram distribuição não normal, portanto foram apresentadas como mediana e percentis 25 e 75. As demais variáveis foram apresentadas como média e desvio padrão da média.

A concordância entre as variáveis obtidas no contrarrelógio de 8 minutos em ambas as visitas, bem como entre as variáveis obtidas nos contrarrelógios de 8 com aquelas obtidas no contrarrelógio de 60 minutos foi verificada por meio do coeficiente de correlação intraclasse (ICC). Para a interpretação do coeficiente de correlação (r) foi empregado os limiares propostos por Hopkins *et al.*, (2009): $<0,09$ (trivial); $0,1-0,29$ (pequena); $0,30-0,49$ (moderada); $0,50-0,69$ (grande); $0,70-0,89$ (muito grande); $0,90-0,99$ (quase perfeita); 1 (perfeita).

Além do ICC, a validade (CR8 com CR60) e a reprodutibilidade (CR8 (1) com CR8 (2)) entre os procedimentos também foi avaliada por meio dos gráficos de Bland-Altman com seus respectivos dados médios e seu desvio padrão (Bland; Altman, 1986). Um complemento estatístico foi realizado junto às

análises gráficas de Bland-Altman, através do teste de regressão linear simples, no intuito de verificar a presença de viés de proporção.

A comparação entre a média das variáveis analisadas entre cada um dos estímulos dos contrarrelógios de 8 minutos (CR8 - 1.1 vs CR8 - 2.1 e CR8 - 1.2 vs CR8 - 2.2), entre os estímulos dos contrarrelógios de 8 minutos com os contrarrelógios de 20 (CR8 - 1.1 vs CR20; CR8 - 1.2 vs CR20; CR8 - 2.1 vs CR20 e CR8 - 2.2 vs CR20), e 60 (CR8 - 1.1 vs CR60; CR8 - 1.2 vs CR60; CR8 - 2.1 vs CR60 e CR8 - 2.2 vs CR60), foi realizada através do teste t para amostra em pares.

Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os procedimentos estatísticos, sendo os mesmos realizados através do software SPSS, versão 23 (Version 23, IBM 216 Corp., Armonk, NY, USA).

Resultados

O grupo amostral do presente estudo foi formado por 16 ciclistas com considerável tempo de prática na modalidade de mountain bike, bem treinados e com um bom nível de desempenho, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Características da amostra de ciclistas de mountain bike. (n=16)

Variáveis	Todos
Idade (anos)	31,06 ± 10,87
Massa Corporal (quilogramas)	81,07 ± 14,93
Estatura (metros)	1,78 ± 0,04
Índice de Massa Corporal	25,38 ± 3,72
Percentual de gordura corporal	17,35 ± 6,96
Tempo de prática (anos)	8,46 ± 5,18
Competições por ano*	5 (3,25 – 7,5)
Horas de treino semanal	7,12 ± 2,47
Dias de treino semanal*	4 (3 – 4,75)
Quilometragem de treino semanal*	150 (131,25 – 200,00)
PSE ao LM1	12,7 ± 1,86
PSE ao LM2	15,25 ± 1,94

Pico do lactato (mmol. l ⁻¹)	14,1 ± 3,17
PO ao LM1* (watts)	175 (156,25 – 200,00)
PO ao LM2 (watts)	226,56 ± 29,53
PO pico (watts)	357,82 ± 47,50
FC ao LM1 (bpm)	127,93 ± 11,95
FC ao LM2 (bpm)	155,18 ± 12,79
FC pico (bpm)	183,06 ± 9,31
FC máxima calculada (bpm)	186 ± 6,26
Densidade da Urina	1018 ± 1,81

Fonte: próprio autor; Legenda: PSE: percepção subjetiva de esforço; mmol: milimol; l: litros; LM: Limiar metabólico; PO: Potência aeróbia; FC: frequência cardíaca. bpm: batimentos por minuto. * Dados apresentados como mediana (percentil 25 – 75)

A tabela 2 e 3 apresentam os dados basais, bem como o desempenho médio para cada variável mensurada em cada visita realizada pelos ciclistas, respectivamente.

Tabela 2 - Dados basais em cada visita realizada por ciclistas de mountain bike. (N=16)

	Visita 1	Visita 2	CR8 (1)	CR8 (2)	CR20	CR60
FC repouso (bpm)	55 ± 5,9	56 ± 6,2	54 ± 5,58	55 ± 4,7	54 ± 6,04	54 ± 5,28
Densidade da urina	1015,56 ± 1,72	1017 ± 1,76	1016,47 ± 2,56	1016,71 ± 2,93	1016,71 ± 2,55	1016,35 ± 2,77
Temperatura (graus)	21,3 ± 0,54	22,1 ± 0,37	21,83 ± 0,42	21,78 ± 0,38	21,66 ± 0,37	21,55 ± 0,47
Umidade relativa do ar	48,53 ± 3,5	49,21 ± 2,87	48,41 ± 4,13	47,24 ± 2,98	49,47 ± 3,33	49,24 ± 4,01

Fonte: próprio autor; Legenda: CR: Contrarrelógio; Frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto.

Tabela 3 - Desempenho médio em cada contrarrelógio realizado por ciclistas de mountain bike. (N=16)

	CR8 – 1.1	CR8 – 1.2	CR8 – 2.1	CR8 – 2.2	CR20	CR60
Distância* (Km)	3,56 (3,19 – 3,73)	3,43 (2,96 – 3,51)	3,27 (3,06 – 3,64)	3,31 (2,84 – 3,48)	7,98 (7,13 – 8,41)	22,4 (21,0 – 23,9)
Velocidade (Km/h)	26,42 ± 2,77	25,36 ± 2,90	25,34 ± 2,72	24,66 ± 3,10	24,17 ± 2,70	23,11 ± 1,87
Cadência (rpm)	86,75 ± 8,32	85,93 ± 9,50	85,06 ± 7,97	85,62 ± 6,24	85,18 ± 6,79	81,45 ± 5,90
Potência (watts)	245,97 ± 36,02	234,24 ± 45,62	233,57 ± 42,17	223,26 ± 50,69	214,39 ± 42,30	195,46 ± 29,09
FTP (watts)	221,37 ± 32,46	210,82 ± 41,06	210,21 ± 37,95	200,93 ± 45,62	203,67 ± 40,19	195,46 ± 29,09
W/Kg (watts)	2,78 ± 0,45	2,64 ± 0,50	2,65 ± 0,59	2,51 ± 0,54	2,55 ± 0,54	2,47 ± 0,51
W/KgMCM (watts)	3,35 ± 0,39	3,18 ± 0,49	3,19 ± 0,58	3,03 ± 0,56	3,07 ± 0,51	2,97 ± 0,43
FC média (bpm)	164,62 ± 11,92	165,37 ± 13,19	157,43 ± 11,77	161,12 ± 12,06	156,37 ± 11,67	155,25 ± 8,88
Lactato (mmol. l ⁻¹)	9,66 ± 3,63	9,71 ± 4,29	7,00 ± 2,72	7,75 ± 3,42	6,95 ± 3,52	4,69 ± 2,10
PSE	15,87 ± 1,45	18,25 ± 1,65	15,68 ± 1,66	17,50 ± 1,89	17,18 ± 1,68	18,06 ± 1,43

Fonte: próprio autor; Legenda: CR: Contrarrelógio; FTP: Functional threshold power; Kg: Quilogramas; MCM: Massa corporal magra; FC: Frequência cardíaca; PSE: Percepção subjetiva de esforço; rpm: rotações por minuto; W: watts; mmol: milimols; l: litros; Km: quilômetros; h: hora; * Dados apresentados como mediana (percentil 25 – 75);

Ao analisar a concordância de cada estímulo do contrarrelógio de 8 minutos com o contrarrelógio de 60 minutos, evidencia-se uma concordância que varia de grande a quase perfeita, para as variáveis de potência. Da mesma forma, a concordância entre os estímulos do contrarrelógio de 8 minutos com o contrarrelógio de 20 minutos, também se apresentam nesta intensidade para as variáveis de potência, frequência cardíaca e concentração de lactato, conforme apresentado na tabela 4.

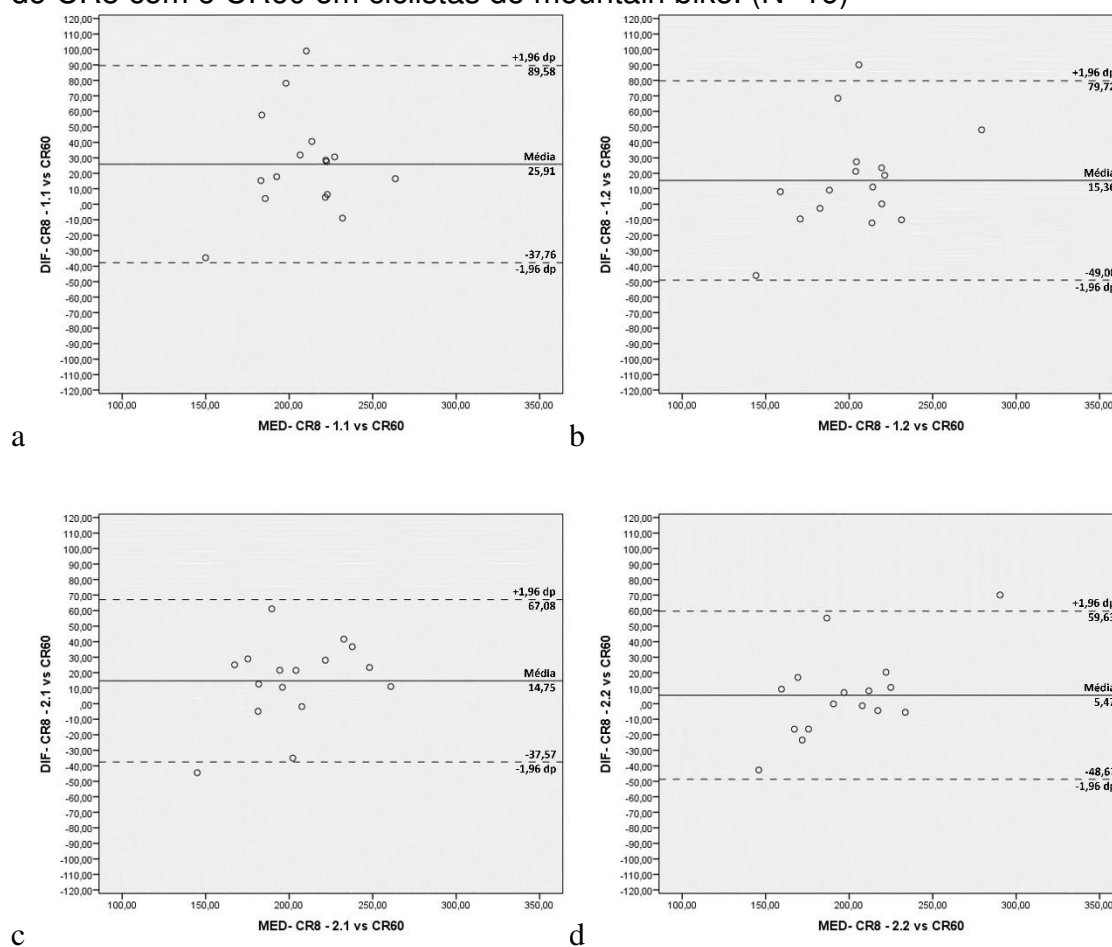
Tabela 4 - Validade do contrarrelógio de 8 minutos frente aos contrarrelógios de 60 e 20 minutos em ciclistas de mountain bike. (N=16)

	Variável	ICC	IC95%	Dif	CV%
CR8 – 1.1 vs CR60	FTP*	0,504	-0,197 – 0,816	25,91 ± 32,48	1,25
	W/Kg *	0,693	0,084 – 0,895	0,30 ± 0,42	1,4
	Lactato	0,127	-0,265 – 0,538	4,96 ± 3,84	0,77
	FC	0,152	-0,665 – 0,647	9,37 ± 14,03	1,49
CR8 – 1.2 vs CR60	FTP*	0,700	0,193 – 0,893	15,36 ± 32,83	2,13
	W/Kg *	0,769	0,368 – 0,918	0,16 ± 0,43	2,68
	Lactato	0,055	-0,396 – 0,509	5,01 ± 4,64	0,92
	FC	0,086	-0,774 – 0,617	10,12 ± 15,42	1,52
CR8 – 2.1 vs CR60	FTP*	0,780	0,364 – 0,924	14,75 ± 26,69	1,80
	W/Kg *	0,868	0,609 – 0,955	0,17 ± 0,35	2,05
	Lactato	0,233	-0,489 – 0,679	2,30 ± 3,10	1,34
	FC	-0,122	-2,54 – 0,620	2,18 ± 15,15	6,94
CR8 – 2.2 vs CR60	FTP*	0,853	0,586 – 0,948	5,47 ± 27,63	5,05
	W/Kg *	0,872	0,631 – 0,955	0,04 ± 0,36	9,00
	Lactato	0,228	-0,417 – 0,665	3,06 ± 3,60	1,17
	FC	0,036	-1,38 – 0,064	5,87 ± 14,83	2,52
CR8 – 1.1 vs CR20	FTP*	0,884	0,426 – 0,966	17,69 ± 21,21	1,19
	W/Kg*	0,793	0,173 – 0,936	0,22 ± 0,26	1,18
	Lactato*	0,650	-0,054 – 0,882	2,71 ± 3,16	1,16
	FC*	0,584	-0,079 – 0,849	8,25 ± 11,80	1,43
CR8 – 1.2 vs CR20	FTP*	0,960	0,878 – 0,987	7,14 ± 14,72	2,06
	W/Kg *	0,964	0,892 – 0,988	0,08 ± 0,18	2,25
	Lactato*	0,718	0,019 – 0,909	2,76 ± 3,10	1,12
	FC*	0,683	-0,008 – 0,895	9,00 ± 10,53	1,17
CR8 – 2.1 vs CR20	FTP*	0,880	0,664 – 0,958	6,53 ± 25,60	3,92
	W/Kg *	0,918	0,771 – 0,971	0,09 ± 0,30	3,33
	Lactato*	0,734	0,213 – 0,908	0,05 ± 2,93	58,6
	FC*	0,688	0,080 – 0,892	1,06 ± 11,60	10,94
CR8 – 2.2 vs CR20	FTP*	0,954	0,870 – 0,984	- 2,70 ± 18,38	6,80
	W/Kg *	0,958	0,883 – 0,985	-0,44 ± 0,22	0,5
	Lactato*	0,675	0,085 – 0,866	0,80 ± 3,45	4,31
	FC*	0,631	0,021 – 0,868	4,75 ± 12,06	2,53

Fonte: próprio autor; Legenda: CR: Contrarrelógio; FTP: Functional threshold power; W: Watts; Kg: Quilogramas; FC: Frequência cardíaca; * Coeficiente de Correlação intraclasse com valor de $p < 0,05$

A figura 2 apresenta os gráficos de Bland-Altman do *functional threshold power*, para a comparação entre cada estímulo de 8 minutos com o contrarrelógio de 60 minutos. Todos os estímulos do CR8 apresentaram concordância com o CR60, além disso, apenas no gráfico D (CR8 – 2.2 vs CR60) foi identificado viés de proporção (A= 0,653; B= 0,120; C= 0,173; D= 0,009)

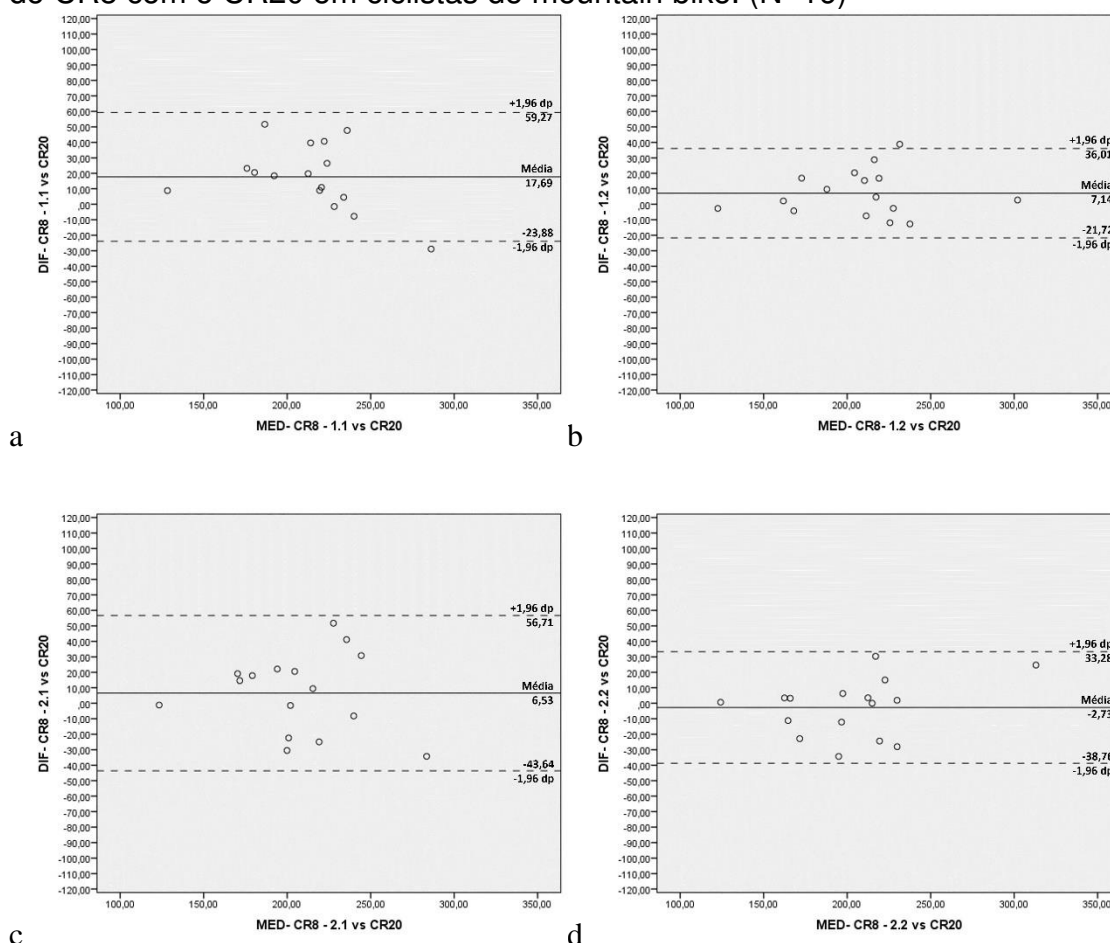
Figura 2 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP entre cada estímulo do CR8 com o CR60 em ciclistas de mountain bike. (N=16)



Fonte: próprio autor; Legenda: Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; dp: desvio padrão

A figura 3 apresenta os gráficos de Bland-Altman do *functional threshold power*, para a comparação entre cada estímulo de 8 minutos com o contrarrelógio de 20 minutos. Todos os estímulos do CR8 apresentaram concordância com o CR20, além disso, em nenhum dos gráficos foi identificado viés de proporção (A= 0,148; B= 0,825; C= 0,734; D= 0,255.)

Figura 3 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP entre cada estímulo do CR8 com o CR20 em ciclistas de mountain bike. (N=16)



Fonte: próprio autor; Legenda: Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; dp: desvio padrão

A tabela 5 apresenta a concordância entre os aquecimentos, os primeiros estímulos e os segundos estímulos de cada dia de visita para a realização do contrarrelógio de 8 minutos. Conforme exposto, fica evidente uma concordância que varia de grande a quase perfeita para as variáveis de cadência, potência, W/Kg, W/KgMCM, FC média e percepção subjetiva de esforço entre os aquecimentos. A mesma intensidade de concordância para as variáveis de distância, cadência, velocidade, potência, FTP, W/Kg, W/KgMCM, FC média e lactato entre o primeiro estímulo de cada visita, bem como, uma concordância que varia de muito grande a quase perfeita para as variáveis de distância, velocidade, potência, FTP, W/Kg, W/kgMCM, FC média, lactato e percepção subjetiva de esforço entre o segundo estímulo de cada visita.

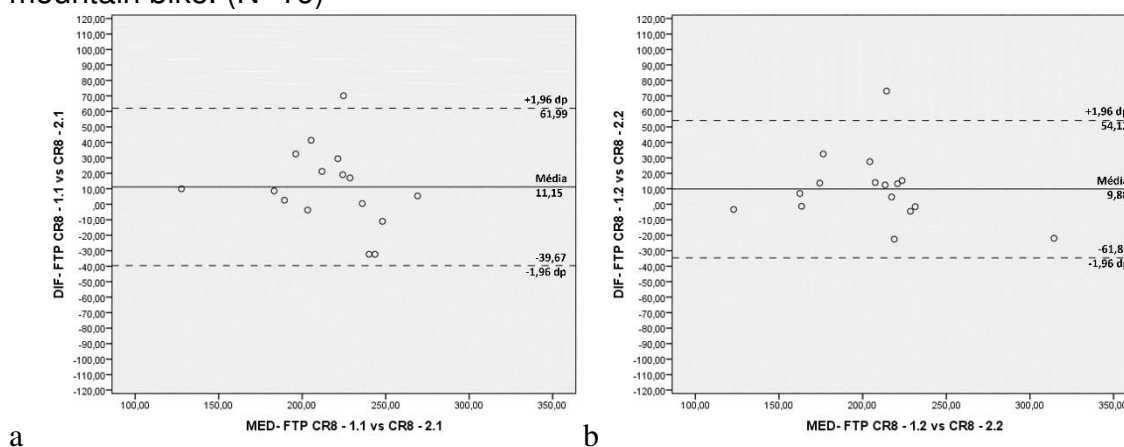
Tabela 5 - Reprodutibilidade do contrarrelógio de 8 minutos em ciclistas de mountain bike. (N=16)

	AQ CR8 - 1 Med ± DP	AQ CR8 - 2 Med ± DP	CCI (IC95%)	CR8 – 1.1 Med ± DP	CR8 – 2.1 Med ± DP	CCI (IC95%)	CR8 – 1.2 Med ± DP	CR8 – 2.2 Med ± DP	CCI (IC95%)
Distância (Km)	6,65 ± 1,05	6,70 ± 0,40	0,283 (-1,24 – 757)	3,41 ± 0,49	3,23 ± 0,47	0,883*# (0,595 – 0,962)	3,25 ± 0,49	3,20 ± 0,53	0,914* (0,759 – 0,970)
Velocidade (Km/h)	17,08 ± 2,83	17,18 ± 1,26	0,515 (-0,473 – 0,834)	26,42 ± 2,77	25,34 ± 2,72	0,803* (0,432 – 0,931)	25,36 ± 2,90	24,66 ± 3,10	0,925* (0,776 – 0,974)
Cadência (rpm)	77,00 ± 7,67	77,56 ± 6,64	0,896* (0,702 – 0,964)	86,75 ± 8,32	85,06 ± 7,97	0,766* (0,344 – 0,918)	85,93 ± 9,50	85,62 ± 6,24	0,522 (-0,452 – 0,836)
Potência (watts)	131,37 ± 20,62	126,6 ± 13,51	0,798* (0,444 – 0,928)	245,97 ± 36,02	233,57 ± 42,17	0,828* (0,519 – 0,940)	234,24 ± 45,62	223,2 ± 50,69	0,919* (0,764 – 0,972)
FTP (watts)	-	-	-	221,37 ± 32,46	210,21 ± 37,95	0,828* (0,519 – 0,940)	210,82 ± 41,06	200,9 ± 45,62	0,919* (0,764 – 0,972)
W/Kg (watts)	1,65 ± 0,26	1,54 ± 0,32	0,900* (0,719 – 0,965)	2,78 ± 0,45	2,65 ± 0,59	0,902* (0,716 – 0,966)	2,64 ± 0,50	2,51 ± 0,54	0,926* (0,774 – 0,975)
W/KGMCM (watts)	1,99 ± 0,29	1,85 ± 0,34	0,834* (0,542 – 0,941)	3,35 ± 0,39	3,19 ± 0,58	0,808* (0,468 – 0,932)	3,18 ± 0,49	3,03 ± 0,56	0,886* (0,669 – 0,961)
FC média (bpm)	116,81 ± 10,19	115,5 ± 7,23	0,628* (-0,088 – 0,871)	164,62 ± 11,92	157,43 ± 11,77	0,684*# (0,96 – 0,890)	165,37 ± 13,19	161,1 ± 12,06	0,796* (0,436 – 0,928)
Lactato (mmol. l ⁻¹)	3,30 ± 1,49	2,65 ± 1,17	0,303 (-0,785 – 0,746)	9,66 ± 3,63	7,00 ± 2,72	0,643*# (-0,117 – 0,882)	9,71 ± 4,29	7,75 ± 3,42	0,748*# (0,263 – 0,913)
PSE	10,37 ± 2,15	10,50 ± 2,22	0,914* (0,754 – 0,970)	15,87 ± 1,45	15,68 ± 1,66	0,384 (-0,998 – 0,777)	18,25 ± 1,65	17,50 ± 1,89	0,828*# (0,457 – 0,942)

Fonte: próprio autor; Legenda: AQ: Aquecimento; CR: Contrarrelógio; Med: Média; DP: Desvio padrão; KM: Quilômetros; h: Horas; Rpm: Rotações por minuto; FTP: Functional threshold power; W: Watts; KG: Quilogramas; FC: Frequência cardíaca; PSE: percepção subjetiva de esforço * Coeficiente de correlação intraclasse (CCI) com valor de $p < 0,05$; # comparação entre médias via teste t pareado com valor de $p < 0,05$.

A figura 4 apresenta os gráficos de Bland-Altman do *FTP* para a comparação entre o primeiro estímulo de 8 minutos em cada visita, bem como entre o segundo estímulo de 8 minutos em cada visita. Em todas as análises fica evidente a concordância entre os estímulos, concordância esta, reforçada pela ausência de viés de proporção ($A= 0,398$; $B= 0,437$).

Figura 4 - Gráficos de Bland-Altman da reprodutibilidade do CR8 em ciclistas de mountain bike. (N=16)



Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; FTP: Functional Threshold Power.

Discussão

A presente investigação objetivou avaliar a validade e reprodutibilidade do teste contrarrelógio de 8 minutos no ciclismo de mountain bike em ambiente laboratorial. Com base nos dados obtidos verifica-se haver elevada concordância entre o teste proposto (CR8) e o teste padrão ouro (CR60), bem como entre o CR8 e o teste contemporaneamente mais utilizado na determinação do FTP (CR20). Além deste achado, observa-se também um alto grau de reprodutibilidade entre os estímulos do CR8.

A utilização de testes contrarrelógios no ciclismo é um procedimento amplamente utilizado para a determinação do estado de treinamento, para o monitoramento de alterações na performance, bem como para a obtenção de variáveis para o treinamento de ciclistas (Carmichael; Rutberg, 2004; Allen; Cogan, 2006; Klika *et al.*, 2007; Gavin *et al.*, 2012; Macinnis; Thomas; Phillips, 2018; Borszcz; Tramontin; Costa, 2019; Valenzuela *et al.*, 2018; Lillo-Beviá *et al.*, 2019;

Mcgrath *et al.*, 2019; Sørensen *et al.*, 2019; Denham *et al.*, 2020; Sanders *et al.*, 2020; Mackey; Horner, 2021), sendo a potência e as variáveis a ela relacionadas as principais a serem mensuradas por estes procedimentos.

De acordo com os resultados apresentados tabela 4, evidencia-se um grau de concordância entre os 4 estímulos do contrarrelógio de 8 minutos com o contrarrelógio de 60 minutos que varia de grande a muito grande para as variáveis FTP e W/kg, com destaque para o segundo estímulo realizado no segundo dia de visita do protocolo CR8. Além destes achados, observa-se ainda que, à exceção de um *outlier*, todos os demais voluntários se enquadraram dentro do intervalo da diferença média dos testes \pm dois desvios padrão, conforme demonstra a figura 2 (A, B, C e D) de Bland-Altman.

A existência de um *outlier* (figura 2 - gráfico D) provocou distorção relevante dos dados o que acabou gerando um viés de proporção ($p = 0,009$), tal conclusão foi alcançada uma vez que um novo teste foi realizado sem a presença dele e este viés foi extinto. Todavia, por prezar pela integridade ética dos dados optou-se por permanecer com a análise de todos os voluntários, sendo esta questão relevante para a validade ecológica dos dados apresentados. Os demais gráficos (figura 2 - A, B e C) não apresentaram viés de proporção.

O coeficiente de correlação intraclassa é um tratamento estatístico que indica a existência de concordância ($p < 0,05$), bem como a magnitude da concordância entre procedimentos, sendo que quanto mais próximo de 1,0, melhor. Além deste tratamento, a disposição dos dados de cada voluntário no gráfico de Bland-Altman é uma estratégia utilizada para avaliar, qualitativamente, a validade de um procedimento proposto em relação a um procedimento padrão. Para tal é desejável que todos os indivíduos estejam dispostos em um intervalo compreendido entre \pm dois desvios padrão da média dos dois procedimentos realizados. Somado a esta representação gráfica, a avaliação do viés de proporção possibilita verificar se há uma tendência dos dados em se concentrar em um dos polos do desvio padrão ($p < 0,05$) ou se esta distribuição tende a ser não proporcional ($p > 0,05$), sendo este último um resultado desejável. Neste sentido, diante do exposto, os resultados sugerem um cenário interessante de concordância e validade entre CR8 e CR60 para a variável FTP e W/Kg.

Uma questão relevante a ser mencionada é o fato do protocolo original do CR8 recomendar a utilização da maior potência observada entre os dois estímulos realizados, como parâmetro de prescrição. Além disso, tem sido relatado que indivíduos treinados tendem a apresentar desempenhos semelhantes entre os dois estímulos, ou 5 a 10% maior no primeiro estímulo frente ao segundo (Carmichael; Rutberg, 2004). Nossos achados, corroboram com a hipótese de o maior resultado ter sido obtido no primeiro estímulo, onde no primeiro dia do CR8, 94% dos ciclistas tiveram o primeiro estímulo como maior e no segundo dia do CR8, 82% dos ciclistas tiveram o primeiro estímulo como maior, reforçando o enquadramento funcional dos nossos voluntários como indivíduos treinados. Todavia nossos achados apontam no sentido contrário a sugestão inicial do protocolo em se utilizar o maior estímulo como parâmetro para prescrição, uma vez que os melhores valores de concordância para as variáveis de potência frente ao padrão ouro (CR60) foram identificados no segundo estímulo do CR8. Assim, este estudo é o pioneiro ao verificar que o segundo estímulo do CR8, que tende a ser menor em atletas treinados na modalidade de MTB, apresentou melhor concordância com o padrão ouro.

Apesar do CR8 ser uma alternativa interessante ao CR60, o volume de estudos a seu respeito são consideravelmente limitados (Klika *et al.*, 2007; Gavin *et al.*, 2012; Sanders *et al.*, 2020). Em uma investigação Klika *et al.*, (2007) utilizou de um contrarrelógio de 8 minutos para determinar sua eficácia para prescrever a intensidade do exercício com base na potência e avaliar as mudanças no condicionamento físico após 8 semanas de treinamento indoor, identificando a efetividade deste protocolo para tais fins, tendo como sujeitos da amostra 56 indivíduos (20 mulheres e 36 homens) classificados como ciclistas recreacionais.

Gavin *et al.*, (2012), por sua vez, avaliou a utilização de um contrarrelógio de 8 minutos para estimar o FTP e sua relação com a potência ao limiar de lactato em ciclistas de estrada treinados, concluindo que os valores obtidos por este protocolo representam a potência ao limiar fixo de 4. mmol. l⁻¹. Por fim, Sanders *et al.*, (2020) avaliou a relação entre FTP obtido em um contrarrelógio de 8 minutos e variáveis fisiológicas de resistência e limiares de lactato obtidos em teste incremental em laboratório em ciclistas de estrada, encontrando relação deste com preditores de desempenho em atividades de resistência.

Tais investigações utilizaram o protocolo do contrarrelógio de 8 minutos, todavia, não foi identificado na literatura pesquisada nenhum artigo que testou sua validade frente ao procedimento padrão ouro (CR60) para a determinação do FTP, bem como nenhuma investigação que demonstrasse sua reprodutibilidade. Além disso, nenhum destes trabalhos avaliou ciclistas da modalidade de mountain bike. Neste intuito, o presente trabalho é pioneiro ao testar estes aspectos cientificamente nesta modalidade de ciclistas.

Na contramão dos resultados para as variáveis de potência estão os resultados de validade para as variáveis concentração de lactato e frequência cardíaca média entre CR8 e CR60. Esta divergência em parte pode ser justificada pela ausência de aplicação de fator de correção para estas duas variáveis, divergindo do fator de correção (90%) aplicado à potência. Neste contexto, tais resultados sugerem a não utilização do CR8 quando a variável de prescrição pretendida for uma destas duas supracitadas. Este resultado, especificamente para a FC, se torna algo importante haja visto que no meio de ciclistas amadores ela é amplamente utilizada na determinação das zonas de treinamento e respectiva prescrição do treinamento de ciclistas.

Além da comparação com o contrarrelógio de 60 minutos, a presente investigação também avaliou a concordância do contrarrelógio de 8 minutos com o protocolo do contrarrelógio de 20 minutos, por ser este o contrarrelógio mais frequentemente utilizado na prática de treinadores de ciclistas para a obtenção de variáveis para o treinamento.

Os resultados obtidos sugerem um grau de concordância que varia de muito grande a quase perfeita para as variáveis de potência FTP e W/kg, conforme apresentado na tabela 4. Novamente, além do nível de concordância destas variáveis, entre os estímulos do CR8 e CR20 apontados pelo coeficiente de correlação intraclasse, os gráficos de Bland-Altman (A, B, C e D) da figura 3 reforçam a validade do CR8 frente ao procedimento mais utilizado no dia a dia dos treinadores, haja visto que todos os voluntários se apresentaram dentro da diferença média dos testes \pm dois desvios padrão, sem viés de proporção.

Além destes achados, as variáveis FC e Lactato também apresentaram concordância que variou de grande a muito grande entre os estímulos de CR8 e CR20.

Estes dados são de extrema relevância haja visto que um procedimento mais curto como o contrarrelógio de 8 minutos apresenta resultados robustos acerca de sua validade testada tanto frente ao procedimento padrão ouro para as variáveis de potência, no caso em questão o contrarrelógio de 60 minutos, quanto frente ao procedimento mais amplamente utilizado pelos treinadores de ciclistas, o contrarrelógio de 20 minutos, para as variáveis de potência, FC e concentrações de lactato.

Além da validade do contrarrelógio de 8 minutos com os contrarrelógios de 20 e 60 minutos, verificou-se também a reprodutibilidade do protocolo completo do contrarrelógio de 8 minutos. Neste sentido, foi avaliada a reprodutibilidade entre os aquecimentos, entre o primeiro estímulo para o FTP de cada visita e entre o segundo estímulo para o FTP de cada visita para o protocolo do contrarrelógio de 8 minutos.

Em relação à reprodutibilidade do aquecimento evidencia-se na tabela 5 um grau de concordância quase perfeito para W/kg e PSE, muito grande para cadência, potência e W/KgMCM e grande para frequência cardíaca. Além disso, para nenhuma destas variáveis foi identificado diferença no valor da média em cada um dos momentos ($p > 0,05$). Desta maneira o teste cumpre com um critério importante que corresponde à sua reprodutibilidade.

Em relação à reprodutibilidade do primeiro contrarrelógio de cada visita, os resultados sugerem uma concordância quase perfeita para W/kg, muito grande para distância, velocidade, cadência, potência, FTP e W/KgMCM, e grande para frequência cardíaca e lactato, conforme tabela 5. A comparação da média das variáveis entre os momentos encontrou diferença estatística para a distância percorrida, frequência cardíaca média e concentrações de lactato.

Já em relação à reprodutibilidade do segundo estímulo de cada visita para realização do CR8, os resultados da tabela 5 indicam uma concordância quase perfeita para distância, velocidade, potência, FTP e W/kg, muito grande para W/KgMCM, frequência cardíaca média, lactato e PSE, com diferença nas médias das variáveis entre os momentos apenas para as concentrações de lactato e percepção subjetiva de esforço.

Estes robustos valores obtidos acerca da reprodutibilidade do CR8 são corroborados pelos gráficos de Bland-Altman da Figura 4 onde, à exceção de um

outlier, todos os demais voluntários se enquadraram dentro do intervalo da diferença média dos testes \pm dois desvios padrão, sem viés de proporção.

Buchheit, (2017) afirma a necessidade de pesquisas sobre os métodos usuais na rotina de treinadores e atletas, sendo unanimidade entre diversos pesquisadores que estes métodos sejam testados e tenham comprovados sua validade, reprodutibilidade e confiabilidade (Hopkins, 2000; Currell; Jeukendrup, 2008; Impellizzeri; Marcora, 2009). Neste contexto, os resultados do presente estudo apresentam à comunidade de treinadores e atletas relevantes contribuições acerca de procedimentos práticos para a determinações de variáveis para o treinamento de ciclistas.

Um fato relevante a ser mencionado acerca tanto da validade, quanto da reprodutibilidade do CR8 diz respeito à escolha do estímulo a ser utilizado como referência para a determinação do FTP. Carmichael e Rutberg (2004) sugerem a utilização do maior resultado observado, o que geralmente corresponde ao primeiro estímulo se tratando de atletas treinados. Esta escolha foi sugerida com base na experiência dos autores, baseadas em seu dia a dia de treinamento de ciclistas. A presente investigação é a primeira a trazer luzes sobre esta questão, sendo que os resultados obtidos sugerem a utilização do segundo estímulo de cada visita, haja visto que estes apresentaram as melhores concordâncias tanto para a validade deste procedimento, quanto para sua reprodutibilidade, contrariando assim a sugestão dos autores (Carmichael; Rutberg, 2004).

Apesar de sua relevância e ineditismo, considera-se como possível limitação deste estudo a ausência de dados relativos a análises de gases. Contudo, foi utilizada a análise de lactato plasmático como alternativa para obtenção de dados fisiológicos inerentes ao esforço realizado, sendo este procedimento amplamente utilizado em estudos desta natureza. Além disso, a ausência de padronização da alimentação previamente aos protocolos pode ser elencada como outra limitação do estudo. Entretanto, a orientação pela realização de uma alimentação nos moldes daquelas realizadas em dias de competição ameniza esta limitação, bem como garante aos ciclistas um desempenho realizado em condições cotidianas. Por fim, o fato da validade e reprodutibilidade ser testada apenas em ambiente laboratorial apresenta-se como outra possível limitação do estudo, todavia, como não há informações acerca destes aspectos em nenhum

contexto de prática, acredita-se que testar este protocolo em ambiente controlado, como o laboratorial apresenta resultados promissores e confiáveis, nos permitindo, a partir dos achados, sugerir estudos futuros que busquem testar a validade e reprodutibilidade do CR8 em ambiente de campo, especialmente em um velódromo, ampliando sua validade ecológica e aplicabilidade, bem como em mulheres.

Conclusão

Diante dos resultados é possível concluir que o contrarrelógio de 8 minutos é um procedimento válido para a determinação de variáveis fisiológicas atreladas à potência para o treinamento de ciclistas, baseado tanto na comparação com o teste padrão ouro (CR60), quanto na comparação com o teste mais comumente utilizado entre os treinadores de ciclistas (CR20), logo sua utilização representa uma vantagem logística para treinadores e ciclistas. Além disso, o CR8 é um procedimento com um alto grau de reprodutibilidade, principalmente quando utilizado o segundo estímulo do protocolo como referência.

Tais resultados contrariam a sugestão preliminar deste protocolo de utilizar o maior valor obtido como referência, o que normalmente ocorre no primeiro estímulo, e recomenda a utilização dos valores obtidos no segundo estímulo do protocolo para aplicação do fator de correção e consequente determinação do FTP, sendo, portanto, o presente trabalho, pioneiro em testar cientificamente a validade e reprodutibilidade este protocolo.

Referências

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS IN MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Kogan, 2018.

ADAMS, R. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. **Canadian family physician Medecin de famille canadien**, v. 45, p. 992,995,1004-1005, abr. 1999.

ALLEN, H.; COGAN, A. **Training and racing with a power meter**. 1. ed. Boulder: VeloPress, 2006.

BASSETT, D. R. J.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 70–84, jan. 2000.

BLAND, J.; ALTMAN, D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307–310, 1986.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.

BORSZCZ, F. K.; TRAMONTIN, A. F.; COSTA, V. P. Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained Cyclists? **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 8, p. 1029–1035, set. 2019.

BUCHHEIT, M. Houston, We Still Have a Problem. **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 8, p. 1111–1114, set. 2017.

CARMICHAEL, C.; RUTBERG, J. **The Ultimate Ride: Get Fit, Get Fast, and Start Winning with the World's Top Cycling Coach**. 1. ed. New York: Berkley Publishing Group, 2004.

CASA, D. J. et al. National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. **Journal of athletic training**, v. 35, n. 2, p. 212–224, abr. 2000.

COYLE, E. F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 1, p. 93–107, jan. 1991.

COYLE, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 23, p. 25–63, 1995.

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 38, n. 4, p. 297–316, 2008.

DENHAM, J. et al. Cycling Power Outputs Predict Functional Threshold Power and Maximum Oxygen Uptake. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3489–3497, dez. 2020.

DE PAUW, K. et al. Guidelines to classify subject groups in sport-science research. **International journal of sports physiology and performance**, v. 8, n. 2, p. 111–122, mar. 2013.

DUNCAN, G. E.; HOWLEY, E. T.; JOHNSON, B. N. Applicability of VO₂max criteria: discontinuous versus continuous protocols. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 29, n. 2, p. 273–278, fev. 1997.

GAVIN, T. P. et al. Comparison of a field-based test to estimate functional threshold power and power output at lactate threshold. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 2, p. 416–421, fev. 2012.

HECK, H. et al. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International journal of sports medicine**, v. 6, n. 3, p. 117–130, jun. 1985.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 30, n. 1, p. 1–15, jul. 2000.

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.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Physiological correlates to off-road cycling performance. **Journal of sports sciences**, v. 23, n. 1, p. 41–47, jan. 2005a.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. **British journal of sports medicine**, v. 39, n. 10, p. 747–751, out. 2005b.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. The physiology of mountain biking. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 37, n. 1, p. 59–71, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. **International journal of sports physiology and performance**, v. 4, n. 2, p. 269–277, jun. 2009.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY (ISAK). **International standards for anthropometric assessment**. Lower Hutt: International Society for the Advancement of Kinanthropometr, 2019.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

JEUKENDRUP, A. E.; CRAIG, N. P.; HAWLEY, J. A. The bioenergetics of World Class Cycling. **Journal of science and medicine in sport**, v. 3, n. 4, p. 414–433, dez. 2000.

JOBSON, S. A. et al. The analysis and utilization of cycling training data. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 833–844, 2009.

JONES, N. L. et al. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. **The American review of respiratory disease**, v. 131, n. 5, p. 700–708, maio 1985.

JOYNER, M. J.; COYLE, E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 35–44, jan. 2008.

KLIKA, R. J. et al. Efficacy of cycling training based on a power field test. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 1, p. 265–269, fev. 2007.

KUIPERS, H. et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. **International journal of sports medicine**, v. 6, n. 4, p. 197–201, ago. 1985.

LILLO-BEVIÁ, J. R. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Metric to Estimate the Maximal Lactate Steady State in Cyclists? **Journal of strength and conditioning research**, v. 36, n. 1, p. 1–7, nov. 2019.

MACINNIS, M. J.; THOMAS, A. C. Q.; PHILLIPS, S. M. The Reliability of 4-min and 20-min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 1, p. 38–45, maio 2018.

MACKEY, J.; HORNER, K. What is known about the FTP(20) test related to cycling? A scoping review. **Journal of sports sciences**, v. 39, n. 23, p. 2735–2745, dez. 2021.

MARINS, J. C. B.; FERNÁNDEZ, M. D.; PEINADO, P. J. B. Precisión de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro. **Archivos de Medicina del Deporte**, v. 30, n. 1, p. 14–20, 2013.

MCDERMOTT, B. P. et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. **Journal of athletic training**, v. 52, n. 9, p. 877–895, set. 2017.

MCGRATH, E. et al. Is the FTP Test a Reliable, Reproducible and Functional Assessment Tool in Highly-Trained Athletes? **International journal of exercise science**, v. 12, n. 4, p. 1334–1345, 2019.

MEAD, R. **The design of experiments: statistical principles for practical applications**. Cambridge: University Press, 1988. 618p.

MICHIGAN HEART ASSOCIATION, M. Risko. **The Lancet**, v. 2, n. 7823, p. 243–244, 1973.

SANDERS, D. et al. A Field-Based Cycling Test to Assess Predictors of Endurance Performance and Establishing Training Zones. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3482–3488, dez. 2020.

SIRI, W. E. Body composition from fluid paces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington, National Academy of Science, 1961

SØRENSEN, A. et al. The Validity of Functional Threshold Power and Maximal Oxygen Uptake for Cycling Performance in Moderately Trained Cyclists. **Sports (Basel, Switzerland)**, v. 7, n. 10, p. 1–8, out. 2019.

VALENZUELA, P. L. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Surrogate of the Lactate Threshold? **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 10, p. 1293–1298, nov. 2018.

3.3 ARTIGO 3 (*Short communication*) - O contrarrelógio de 20 minutos é um procedimento válido para a determinação do Functional Threshold Power em ciclistas de mountain bike?

Será Submetido em: International Journal of Performance Analysis in Sport

Introdução

Dentre as inúmeras variáveis utilizadas no treinamento de ciclistas, a potência se mostra como a mais eficiente e comumente utilizada em contexto profissional (Jobson *et al.*, 2009). Neste aspecto, Allen e Cogan, (2006) propuseram a utilização de intensidades relativas à potência como estratégia para a prescrição do treinamento de ciclistas através da determinação do *Functional Threshold Power* (FTP), sendo este limiar determinado a partir da utilização de um teste contrarrelógio de 60 minutos (Coyle *et al.*, 1991). Apesar de sua relevância, a aplicação prática deste teste, devido a sua longa duração, tem sido criticada por treinadores e atletas, limita sua aplicação, pois o esforço requer um alto grau de concentração e pode induzir uma fadiga considerável levando à interrupção do procedimento avaliativo (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Nesta perspectiva, contrarrelógios mais curtos vem sendo propostos na literatura para avaliação do FTP, como os contrarrelógios de 8 minutos (Carmichael; Rutberg, 2004) e de 20 minutos (Allen; Cogan, 2006) . Estes procedimentos possibilitam a determinação do FTP a partir da aplicação de um fator de correção à potência obtida, sendo o FTP representado por 90% do valor obtido no contrarrelógio de 8 minutos (Carmichael; Rutberg, 2004) ou 95% do valor obtido no contrarrelógio de 20 minutos (Allen; Cogan, 2006).

Diversos estudos têm avaliado a utilização do contrarrelógio de 20 minutos para diferentes finalidades, existindo assim, robustas evidências acerca da utilidade e aplicabilidade deste protocolo, sendo este protocolo o mais frequentemente utilizado para a obtenção do FTP em ciclistas (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018; Valenzuela *et al.*, 2018; Borszcz; Tramontin; Costa, 2019; Lillo-Beviá *et al.*, 2019; Mcgrath *et al.*, 2019; Sørensen *et al.*, 2019; Denham *et al.*,

2020; Mackey; Horner, 2021;). Todavia a maioria dos estudos encontrados foram realizados em ciclistas de estrada ou então não citam a modalidade em que estes treinam e/ou competem. Em uma busca mais ampla na literatura foram identificados apenas dois estudo que avaliaram a validade do CR20 em ciclistas de mountain bike (Miller; Moir; Stannard, 2014; Sørensen *et al.*, 2019), sendo que tal validade foi determinada não com base no padrão ouro, no caso o CR60, mas sim com o desempenho em corridas real com oscilações de altimetria e terreno. Neste cenário, avaliar a validade do CR20 frente ao padrão ouro junto à ciclistas de mountain bike é algo indispensável, considerando sua ampla utilização por treinadores desta modalidade na determinação do FTP. Isso permitirá um maior nível de evidência científica a prática profissional, em particular na avaliação e prescrição de treinos de ciclistas de mountain bike. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a validade do contrarrelógio de 20 minutos em ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial.

Materiais e Métodos

O estudo foi composto por 16 sujeitos definidos a partir de uma seleção por conveniência que atenderam a um conjunto de critérios de inclusão e de exclusão, dentre os quais destacam-se, ser enquadrado com indivíduo treinado, ou seja, estar praticando o ciclismo de montanha pelo menos três vezes por semana, com duração semanal de 5 horas, cobrindo distâncias entre 60 e 250 km por semana a pelo menos 12 meses (De Pauw et al., 2013).

Os voluntários foram convidados a participar e após esta etapa foram esclarecidos quanto aos objetivos do estudo e abordagem metodológica. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisas com seres humanos da Universidade Federal de Viçosa (Número do parecer: 4.841.775 e registro no CAAE: 45939121.9.0000.5153)

Para testar a validade do contrarrelógio de 20 minutos no ciclismo, cada voluntário passou por duas sessões avaliativas. Estas tiveram uma duração de aproximadamente duas horas, ocorreram entre 6 e 10 horas da manhã, com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas.

Na primeira sessão cada voluntário realizou o protocolo completo do contrarrelógio de 20 minutos (Allen; Cogan, 2006), conforme quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Protocolo para o contrarrelógio de 20 minutos.

Aquecimento específico	10 minutos de aquecimento em rotação fácil (65 a 75 rpm);
	1 minuto de pedal rápido (> 100 rpm) x 1 minuto de recuperação em rotação fácil por 3 vezes;
	5 minutos de rotação fácil (65 a 75 rpm);
	5 minutos de contrarrelógio em esforço máximo;
	10 minutos de recuperação em ritmo fácil (< 60 rpm);
CR20	Contrarrelógio de 20 minutos;
Volta a calma	10 minutos de recuperação em ritmo fácil (< 60 rpm);

Fonte: (Allen; Cogan, 2006); Legenda: CR: contrarrelógio; RPM: rotações por minuto.

Já na segunda sessão cada voluntário realizou o protocolo completo do contrarrelógio de 60 minutos (Coyle *et al.*, 1991), conforme quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Protocolo para o contrarrelógio de 60 minutos.

Aquecimento	10 minutos de aquecimento em rotação fácil (~65 a 75 rpm) intensidade leve a moderada;
	3 minutos de recuperação em ritmo fácil (< 60 rpm)
CR60	Contrarrelógio de 60 minutos;
Volta a calma	10 minutos de recuperação em ritmo fácil; (< 60 rpm)

Fonte: (Coyle et al., 1991); Legenda: CR: contrarrelógio; RPM: rotações por minuto.

Cada ciclista realizou os contrarrelógios em sua própria bicicleta e com a utilização dos mesmos equipamentos individuais pessoais (sapatilhas, meias e roupas em todos os protocolos). Para estes procedimentos foi utilizado um rolo estacionário *Zcycle (Smart ZPRO)*, sendo o mesmo equipado com medidor de potência próprio, com precisão de 3%, posicionado com uma inclinação de 2%. Esse tipo de equipamento permite simular testes de ciclismo em diferentes percursos por meio de alteração na resistência imposta pelo aparelho sendo as informações relativas à potência (W), Frequência cardíaca (BPM), cadência

(RPM), velocidade (KM/h) e duração (minutos) transmitidas por meio de uma tela pelo software *Golden Cheetah®*.

Foram mensuradas as variáveis relacionadas à potência (FTP e Watts por quilograma). Durante os protocolos experimentais as variáveis mensuradas foram ocultadas dos sujeitos, visando não influenciar na estratégia de ritmo durante sua execução, permanecendo a vista, somente informações relativas à duração do protocolo (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018).

Para todas as sessões os participantes foram instruídos a seguir a mesma rotina adotada previamente às competições, ou seja, descansar, se hidratar, se alimentar bem, entre outras condutas rotineiras, evitando realizar os testes em jejum e não consumir suplementos estimulantes (MACINNIS; THOMAS; PHILLIPS, 2018).

Para garantir que o nível de hidratação e as características ambientais não influenciassem na performance do participante, ambas as variáveis foram monitoradas e ajustadas em todas as sessões. A densidade da urina foi avaliada previamente aos procedimentos experimentais por meio da utilização de um refractômetro óptico (LF Equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil) em que o voluntário só pôde iniciar o protocolo incremental com a densidade relativa da urina abaixo de 1.020 (Mcdermott *et al.*, 2017). Caso a densidade da urina estivesse superior ao valor de referência, o voluntário deveria se hidratar e aguardar até que se atingisse tais valores. Estratégias de hidratação, com a utilização exclusiva de água foram adotadas *Ad Libitum* ao longo de toda dinâmica experimental (Lillo-Beviá *et al.*, 2019).

Já as condições de temperatura e umidade foram ajustadas por meio de ar condicionado mantendo o ambiente termo neutro, ou seja, com temperatura ambiente entre 20 e 22°C, umidade entre 40 a 60% (ACSM, 2018), sendo os dados registrados por um termo Higrômetro digital (*Hygro Thermometer®*).

A concordância entre as variáveis obtidas no CR20 com aquelas obtidas no CR60 foi verificada por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC). Para a interpretação do coeficiente de correlação (*r*) foi empregado os limiares propostos por Hopkins *et al.*, (2009): <0,09 (trivial); 0,1–0,29 (pequena); 0,30–0,49 (moderada); 0,50–0,69 (grande); 0,70–0,89 (muito grande); 0,90–0,99 (quase perfeita); 1 (perfeita).

Além do ICC, a validade do CR20 com CR60 também foi avaliada por meio dos gráficos de Bland-Altman com seus respectivos dados médios e seu desvio padrão (Bland; Altman, 1986). Um complemento estatístico foi realizado junto às análises gráficas de Bland-Altman, através do teste de regressão linear simples, no intuito de verificar a presença de viés de proporção.

Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os procedimentos estatísticos, sendo os mesmos realizados através do software SPSS, versão 23 (Version 23, IBM 216 Corp., Armonk, NY, USA).

Resultados

O grupo amostral foi formado por 16 ciclistas do sexo masculino, com idade média de $31,06 \pm 10,87$ anos, com $8,46 \pm 5,18$ anos de tempo de prática na modalidade de mountain bike e com experiências competitivas (5 (3,25 – 7,5) competições por ano). Os dados relativos às condições pré teste em cada contrarrelógio, bem como os dados obtidos em cada contrarrelógio estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Dados basais e desempenho médio em cada contrarrelógio realizado por ciclistas de mountain bike. (N=16)

	CR20	CR60
FC repouso (bpm)	54 ± 6,04	54 ± 5,28
Densidade da urina	1016,71 ± 2,55	1016,35 ± 2,77
Temperatura (graus)	21,66 ± 0,37	21,55 ± 0,47
Umidade relativa do ar	49,47 ± 3,33	49,24 ± 4,01
Distância* (Km)	7,98 (7,13 – 8,41)	22,4 (21,0 – 23,9)
Velocidade (Km/h)	24,17 ± 2,70	23,11 ± 1,87
Cadência (rpm)	85,18 ± 6,79	81,45 ± 5,90
Potência (watts)	214,39 ± 42,30	195,46 ± 29,09
FTP (watts)	203,67 ± 40,19	195,46 ± 29,09
W/Kg (watts)	2,55 ± 0,54	2,47 ± 0,51
W/KgMCM (watts)	3,07 ± 0,51	2,97 ± 0,43
FC média (bpm)	156,37 ± 11,67	155,25 ± 8,88
Lactato (mmol. l ⁻¹)	6,95 ± 3,52	4,69 ± 2,10
PSE	17,18 ± 1,68	18,06 ± 1,43

Fonte: próprio autor; Legenda: CR: Contrarrelógio; FTP: Functional threshold power; Kg: Quilogramas; MCM: Massa corporal magra; FC: Frequência cardíaca; PSE: Percepção subjetiva de esforço; rpm: rotações por minuto; W: *watts*; mmol: milimols; l: litros; Km: quilômetros; h: hora; * Dados apresentados como mediana (percentil 25 – 75);

A tabela 2 descreve a validade do contrarrelógio de 20 minutos, em relação ao padrão ouro.

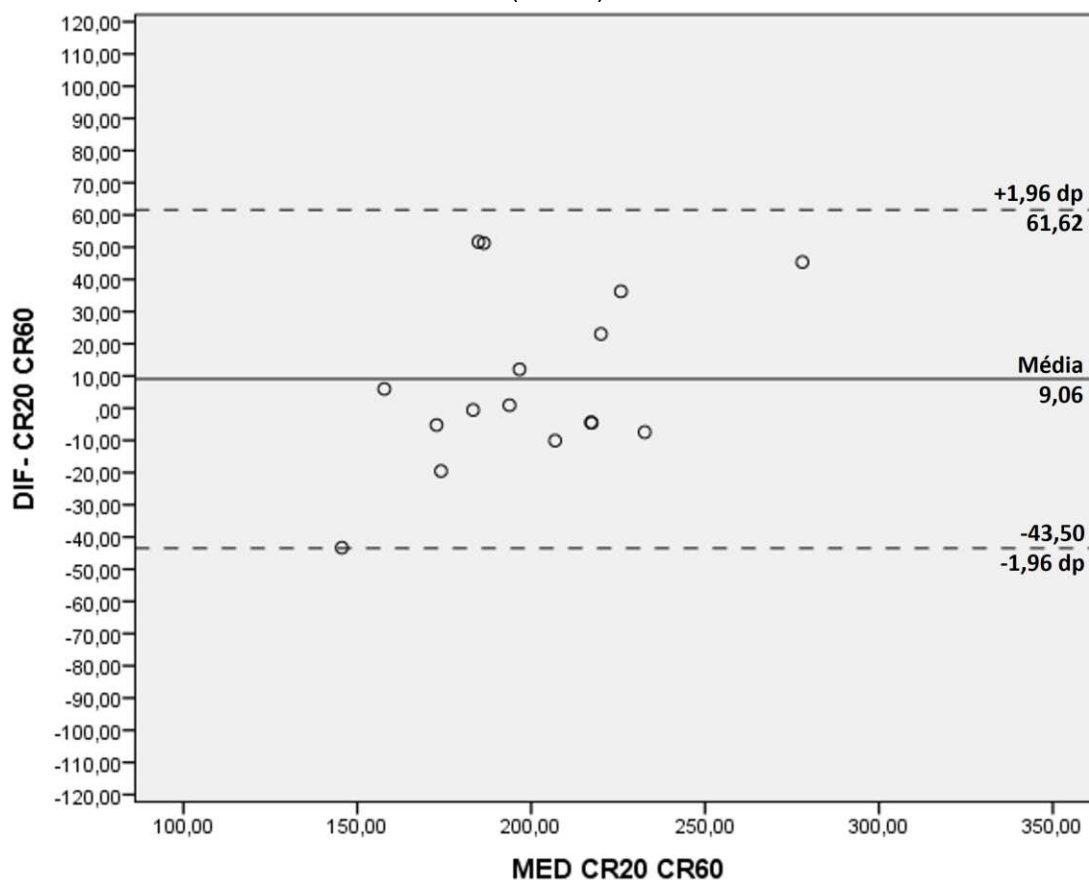
Tabela 2 - Validade do CR20 frente ao CR60 em ciclistas de mountain bike. (N=16)

	Variável	ICC	IC95%	Dif	CV%
CR20 vs CR60	FTP*	0,825	0,515 – 0,938	8,21 ± 26,81	3,26
	W/Kg *	0,865	0,622 – 0,952	0,08 ± 0,366	4,57

Fonte: próprio autor; Legenda: CR: Contrarrelógio; FTP: Functional threshold power; W: Watts; Kg: Quilogramas; ICC: Coeficiente de Correlação Intraclasse; Dif: Diferença; CV: Coeficiente de Variação; * Coeficiente de Correlação intraclasse com valor de $p < 0,05$.

A figura 1 apresenta o gráfico de Bland-Altman da validade do CR20 contra o CR60, onde se verifica que todos os voluntários se posicionaram num intervalo que atesta a robustez do procedimento.

Figura 1 - Gráficos de Bland-Altman da comparação do FTP entre o CR20 e o CR60 em ciclistas de mountain bike. (N=16)



Fonte: próprio autor; Legenda: Dif: diferença; Med: média; CR: contrarrelógio; DP: desvio padrão.

Discussão

O presente trabalho objetivou avaliar a validade do contrarrelógio de 20 minutos em ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial. Os resultados evidenciaram um grau de concordância muito forte, frente ao padrão ouro, com a disposição dos voluntários no intervalo desejado, de acordo com Bland-Altman.

A utilização de testes contrarrelógios no ciclismo é um procedimento amplamente utilizado para a determinação do estado de treinamento, para o monitoramento de alterações na performance, bem como para a obtenção de variáveis para o treinamento de ciclistas (Allen; Cogan, 2006; Borszcz; Tramontin; Costa, 2019; Denham *et al.*, 2020; Lillo-Beviá *et al.*, 2019; Macinnis; Thomas; Phillips, 2018; Mackey; Horner, 2021; Mcgrath *et al.*, 2019; Sørensen *et al.*, 2019;

Valenzuela *et al.*, 2018), sendo a potência, e as variáveis a ela relacionadas, as principais a serem mensuradas por estes procedimentos.

Em se tratando do contrarrelógio de 20 minutos, um volume considerável de estudos atesta sua validade, sua reprodutibilidade, bem como sua utilização para a obtenção de inúmeras variáveis para o treinamento de ciclistas (Mackey; Horner, 2021). Borszcz; Tramontin; Costa, (2019) e Lillo-Beviá *et al.*, (2019) verificaram a capacidade do contrarrelógio de 20 minutos estimar o máximo estado estável de lactato plasmático. Valenzuela *et al.*, (2018), buscou verificar a relação entre o FTP obtido no CR20' e a potência ao limiar de lactato. Por fim, Denham *et al.*, (2020) avaliou a associação do FTP obtido no CR20', consumo máximo de oxigênio e potência obtida em teste aeróbio máximo e Wingate de 30 segundos, existindo assim, bom nível de evidências acerca da utilidade e aplicabilidade deste protocolo em ciclistas de estrada.

Na presente investigação, os dados relativos à validade do contrarrelógio de 20 minutos frente ao de 60 minutos sugerem um grau de concordância muito grande para as variáveis FTP (ICC: 0,825, $p < 0,05$) e W/Kg (ICC: 0,865, $p < 0,05$), bem como, observa-se que todos os voluntários se enquadraram dentro do intervalo da diferença média dos testes \pm dois desvios padrão, conforme demonstra a figura 1, sem viés de proporção ($p = 0,086$) em atletas de mountain bike. Macinnis, Thomas e Phillips, (2018) avaliaram a confiabilidade do contrarrelógio de 20 minutos para a determinação do FTP se comparado ao contrarrelógio de 60 minutos em ciclistas. Com base em seus resultados concluíram que o contrarrelógio de 20 minutos é confiável. Já o estudo de MCGrath *et al.*, (2019) testou a validade do contra relógio de 20 minutos em ciclistas do sexo masculino e feminino altamente treinados, concluindo com seus resultados que este procedimento mais curto apresentou compatibilidade de performance de 89% dos avaliados, sendo portanto válido. Desta maneira o presente estudo reforça o emprego do CR20 como sendo uma alternativa de controle de treinamento ao CR60 em ciclistas de MTB.

Um fato que merece destaque e traz robustez ao presente trabalho é o fato de que os trabalhos supracitados se propuseram a testar a utilidade do CR20 para a obtenção de inúmeras variáveis fisiológicas (Borszcz; Tramontin; Costa, 2019; Denham *et al.*, 2020; Lillo-Beviá *et al.*, 2019; Valenzuela *et al.*, 2018) bem

como avaliar a validade do CR20 em ciclistas (Macinnis; Thomas; Phillips, 2018; MCGrath *et al.*, 2019), todavia foram realizados em ciclistas de estrada ou não citam a modalidade em que estes treinam e/ou competem. Especificamente em ciclistas de mountain bike foram identificados apenas dois estudos que avaliaram a validade do CR20 em ciclistas de mountain bike (Miller; Moir; Stannard, 2014; Sørensen *et al.*, 2019), sendo que tal validade foi determinada não com base no padrão ouro, no caso o CR60, mas sim com o desempenho em corridas real com oscilações de altimetria e terreno. Neste cenário, a presente investigação é pioneira em verificar a validade do CR20 em ciclistas de mountain bike, a partir da comparação com o protocolo padrão ouro em ambiente laboratorial.

Conclusão

Diante dos resultados obtidos é possível concluir que o contrarrelógio de 20 minutos é um procedimento válido para obtenção de variáveis de potência para o treinamento de ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial. Além disso, esta investigação é pioneira em avaliar sua validade frente ao padrão ouro para estes procedimentos em ciclistas de mountain bike e em ambiente laboratorial.

Por fim, recomenda-se novos estudos que busquem reforçar estes achados e ampliar os mesmos em novos contextos, bem como em ciclistas do sexo feminino.

Referências

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS IN MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Kogan, 2018.
- ALLEN, H.; COGAN, A. **Training and racing with a power meter**. 1. ed. Boulder: VeloPress, 2006.
- BLAND, J.; ALTMAN, D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307–310, 1986.
- BORSZCZ, F. K.; TRAMONTIN, A. F.; COSTA, V. P. Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained

Cyclists? **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 8, p. 1029–1035, set. 2019.

CARMICHAEL, C.; RUTBERG, J. **The Ultimate Ride: Get Fit, Get Fast, and Start Winning with the World's Top Cycling Coach**. 1. ed. New York: Berkley Publishing Group, 2004.

COYLE, E. F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 1, p. 93–107, jan. 1991.

DENHAM, J. et al. Cycling Power Outputs Predict Functional Threshold Power and Maximum Oxygen Uptake. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3489–3497, dez. 2020.

DE PAUW, K. et al. Guidelines to classify subject groups in sport-science research. **International journal of sports physiology and performance**, v. 8, n. 2, p. 111–122, mar. 2013.

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.

JOBSON, S. A. et al. The analysis and utilization of cycling training data. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 833–844, 2009.

LILLO-BEVIÁ, J. R. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Metric to Estimate the Maximal Lactate Steady State in Cyclists? **Journal of strength and conditioning research**, v. 36, n. 1, p. 1–7, nov. 2019.

MACINNIS, M. J.; THOMAS, A. C. Q.; PHILLIPS, S. M. The Reliability of 4-min and 20-min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 1, p. 38–45, maio 2018.

MACKEY, J.; HORNER, K. What is known about the FTP(20) test related to cycling? A scoping review. **Journal of sports sciences**, v. 39, n. 23, p. 2735–2745, dez. 2021.

MCDERMOTT, B. P. et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. **Journal of athletic training**, v. 52, n. 9, p. 877–895, set. 2017.

MCGRATH, E. et al. Is the FTP Test a Reliable, Reproducible and Functional Assessment Tool in Highly-Trained Athletes? **International journal of exercise science**, v. 12, n. 4, p. 1334–1345, 2019.

MILLER, M. C.; MOIR, G. L.; STANNARD, S. R. Validity of using functional threshold power and intermittent power to predict crosscountry mountain bike race outcome. **Journal of Science and Cycling**, v. 3, n. 1, p. 16–20, 2014.

SØRENSEN, A. et al. The Validity of Functional Threshold Power and Maximal Oxygen Uptake for Cycling Performance in Moderately Trained Cyclists. **Sports (Basel, Switzerland)**, v. 7, n. 10, p. 1–8, out. 2019.

VALENZUELA, P. L. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Surrogate of the Lactate Threshold? **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 10, p. 1293–1298, nov. 2018.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Diante dos resultados é possível concluir que o contrarrelógio de 8 minutos é um procedimento válido para a determinação de variáveis fisiológicas atreladas à potência para o treinamento de ciclistas. Esta constatação se apresenta de forma robusta tendo como base tanto a comparação com o teste padrão ouro (CR60), quanto a comparação com o teste mais comumente utilizado entre os treinadores de ciclistas (CR20). Logo, sua utilização representa uma vantagem logística para treinadores e ciclistas, haja visto que este procedimento mais curto fornece resultados tão relevantes quanto os procedimentos mais longos.

Além de válido, o CR8 é um procedimento com um alto grau de reprodutibilidade em todas as suas etapas (aquecimentos, primeiros estímulos e segundos estímulos), com destaque para sua reprodutibilidade entre os segundos estímulos de cada visita.

Estes resultados contrariam a sugestão preliminar deste protocolo de utilizar o maior valor obtido como referência, o que normalmente ocorre no primeiro estímulo, tanto ao testar sua validade quanto ao testar sua reprodutibilidade. Além disso, com base nestes achados, recomenda-se, de forma pioneira no meio científico, a utilização dos valores obtidos no segundo estímulo do protocolo de 8 minutos para aplicação do fator de correção e consequente determinação do FTP.

Além destes achados acerca do CR8, os resultados do presente estudo confirmam a validade do contrarrelógio de 20 minutos em determinar o FTP a partir do CR60, haja visto que até então sua validade ainda não havia sido testada frente ao teste padrão ouro para estes procedimentos.

Por fim, o presente trabalho é o pioneiro em testar cientificamente a validade e reprodutibilidade do CR8, bem como a validade do CR20 motivo pelo qual sugere-se novos estudos que possam vir confirmar tais achados, além de ampliar o nível de evidências acerca deste assunto em novos ambientes, como em um velódromo e no próprio ambiente de competições, bem como em outros grupos, como o caso de mulheres.

5. APLICAÇÕES PRÁTICAS

A partir dos resultados obtidos é possível sugerir o protocolo completo do contrarrelógio de 8 minutos, bem como o contrarrelógio de 20 minutos como testes viáveis que passam a figurar, com respaldo científico, como alternativas robustas para se obter variáveis como o FTP ou W/Kg para determinação das zonas de intensidade aplicadas no treinamento de ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial.

Em relação ao CR8, com base no presente trabalho é recomendado a utilização dos dados obtidos no segundo estímulo de 8 minutos para tal fim. Além desta finalidade, sugere-se também que este protocolo possa ser utilizado para verificação da evolução da performance após um determinado período de preparação física, uma vez que sua reprodutibilidade também foi avaliada e confirmada na presente investigação, no que tange, uma série de variáveis, mas principalmente, o FTP e W/Kg. Tais possibilidades de utilização do protocolo completo do contrarrelógio de 8 minutos representam uma vantagem logística a treinadores e atletas, haja visto que a realização de um protocolo mais curto e menos oneroso, fornece dados tão confiáveis quanto os protocolos mais longos.

Em relação ao CR20, sugere-se a utilização do protocolo como um todo, haja visto que ao longo de sua execução é realizado apenas um estímulo, sendo também, em virtude do tempo dispendido em esforço, uma vantagem logística na determinação das variáveis de potência para o treinamento de ciclistas de mountain bike em ambiente laboratorial.

Por fim, ambos os protocolos apresentaram respaldo científico podendo ser utilizados por treinadores de ciclistas de mountain bike para obtenção do FTP e respectiva prescrição do treinamento, sendo portanto, duas interessantes alternativas metodológicas ao padrão ouro.

6. REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. **Canadian family physician Medecin de famille canadien**, v. 45, p. 992,995,1004-1005, abr. 1999.
- ALLEN, H.; COGAN, A. **Training and racing with a power meter**. 1. ed. Boulder: VeloPress, 2006.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS IN MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Kogan, 2018.
- BASSETT, D. R. J.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 70–84, jan. 2000.
- BLAND, J.; ALTMAN, D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307–310, 1986.
- BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.
- BORSZCZ, F. K.; TRAMONTIN, A. F.; COSTA, V. P. Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained Cyclists? **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 8, p. 1029–1035, set. 2019.
- BUCHHEIT, M. Houston, We Still Have a Problem. **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 8, p. 1111–1114, set. 2017.
- CAIOZZO, V. J. et al. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. **Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology**, v. 53, n. 5, p. 1184–1189, nov. 1982.
- CARMICHAEL, C.; RUTBERG, J. **The Ultimate Ride: Get Fit, Get Fast, and Start Winning with the World's Top Cycling Coach**. 1. ed. New York: Berkley Publishing Group, 2004.
- CASA, D. J. et al. National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. **Journal of athletic training**, v. 35, n. 2, p. 212–224, abr. 2000.
- COYLE, E. F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 1, p. 93–107, jan. 1991.

- COYLE, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 23, p. 25–63, 1995.
- CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 38, n. 4, p. 297–316, 2008.
- DENHAM, J. et al. Cycling Power Outputs Predict Functional Threshold Power and Maximum Oxygen Uptake. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3489–3497, dez. 2020.
- DE PAUW, K. et al. Guidelines to classify subject groups in sport-science research. **International journal of sports physiology and performance**, v. 8, n. 2, p. 111–122, mar. 2013.
- DUNCAN, G. E.; HOWLEY, E. T.; JOHNSON, B. N. Applicability of VO₂max criteria: discontinuous versus continuous protocols. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 29, n. 2, p. 273–278, fev. 1997.
- 2019 Worldwide Cycling Index. **EcoCounter**, 2019. Acesso em 23 set. 2022.
Disponível em: <https://www.eco-counter.com/2019-worldwide-cycling-index/>
- GAVIN, T. P. et al. Comparison of a field-based test to estimate functional threshold power and power output at lactate threshold. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 2, p. 416–421, fev. 2012.
- HECK, H. et al. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International journal of sports medicine**, v. 6, n. 3, p. 117–130, jun. 1985.
- HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 30, n. 1, p. 1–15, jul. 2000.
- 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.
- IMPELLIZZERI, F. M. et al. Physiological correlates to off-road cycling performance. **Journal of sports sciences**, v. 23, n. 1, p. 41–47, jan. 2005a.
- IMPELLIZZERI, F. M. et al. Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. **British journal of sports medicine**, v. 39, n. 10, p. 747–751, out. 2005b.
- IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. The physiology of mountain biking. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 37, n. 1, p. 59–71, 2007.

- IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. **International journal of sports physiology and performance**, v. 4, n. 2, p. 269–277, jun. 2009.
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY (ISAK). **International standards for anthropometric assessment**. Lower Hutt: International Society for the Advancement of Kinanthropometr, 2019.
- JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.
- JEUKENDRUP, A. E.; CRAIG, N. P.; HAWLEY, J. A. The bioenergetics of World Class Cycling. **Journal of science and medicine in sport**, v. 3, n. 4, p. 414–433, dez. 2000.
- JOBSON, S. A. et al. The analysis and utilization of cycling training data. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 833–844, 2009.
- JONES, N. L. et al. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. **The American review of respiratory disease**, v. 131, n. 5, p. 700–708, maio 1985.
- JOYNER, M. J.; COYLE, E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 35–44, jan. 2008.
- KATCH, V. et al. Validity of the relative percent concept for equating training intensity. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 39, n. 4, p. 219–227, out. 1978.
- KLIKA, R. J. et al. Efficacy of cycling training based on a power field test. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 1, p. 265–269, fev. 2007.
- KUIPERS, H. et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. **International journal of sports medicine**, v. 6, n. 4, p. 197–201, ago. 1985.
- LEE, H. et al. Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, p. 1001–1008, 2002.
- LILLO-BEVIÁ, J. R. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Metric to Estimate the Maximal Lactate Steady State in Cyclists? **Journal of strength and conditioning research**, v. 36, n. 1, p. 1–7, nov. 2019.

- MACINNIS, M. J.; THOMAS, A. C. Q.; PHILLIPS, S. M. The Reliability of 4-min and 20-min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 1, p. 38–45, maio 2018.
- MACKEY, J.; HORNER, K. What is known about the FTP(20) test related to cycling? A scoping review. **Journal of sports sciences**, v. 39, n. 23, p. 2735–2745, dez. 2021.
- MARINS, J. C. B.; FERNÁNDEZ, M. D.; PEINADO, P. J. B. Precisión de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro. **Archivos de Medicina del Deporte**, v. 30, n. 1, p. 14–20, 2013.
- MCDERMOTT, B. P. et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. **Journal of athletic training**, v. 52, n. 9, p. 877–895, set. 2017.
- MCGRATH, E. et al. Is the FTP Test a Reliable, Reproducible and Functional Assessment Tool in Highly-Trained Athletes? **International journal of exercise science**, v. 12, n. 4, p. 1334–1345, 2019.
- MEAD, R. **The design of experiments: statistical principles for practical applications**. Cambridge: University Press, 1988. 618p.
- MEYER, T. et al. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. **International journal of sports medicine**, v. 26 Suppl 1, p. S38-48, fev. 2005.
- MEYER, T.; GABRIEL, H. H.; KINDERMANN, W. Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or HRmax adequate? **Medicine and science in sports and exercise**, v. 31, n. 9, p. 1342–1345, set. 1999.
- MICHIGAN HEART ASSOCIATION, M. Risko. **The Lancet**, v. 2, n. 7823, p. 243–244, 1973.
- MILLER, M. C.; MOIR, G. L.; STANNARD, S. R. Validity of using functional threshold power and intermittent power to predict crosscountry mountain bike race outcome. **Journal of Science and Cycling**, v. 3, n. 1, p. 16–20, 2014.
- PALLARÉS, J. G. et al. Validity and Reliability of Ventilatory and Blood Lactate Thresholds in Well-Trained Cyclists. **PloS one**, v. 11, n. 9, p. 1–16, 2016.
- PASSFIELD, L. et al. Knowledge is power: Issues of measuring training and performance in cycling. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 14, p. 1426–1434, 18

jul. 2017.

RITTA, L. A. S. **Motivos de uso e não-uso de bicicletas em Porto Alegre: um estudo descritivo com estudantes da UFRGS**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Administração de empresas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ROSEMBERG ASSOCIADOS. **O uso de bicicletas no Brasil: Qual o melhor modelo de incentivo?**, São Paulo, 01 abr. 2015. Acesso em 15 set. 2022. Online. Disponível em:

<http://www.abraciclo.com.br/linkssitenovo/downloads/ABRACICLO%20ESTUDO%20MODELO%20DE%20INCENTIVO.pdf>

SANDERS, D. et al. A Field-Based Cycling Test to Assess Predictors of Endurance Performance and Establishing Training Zones. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 12, p. 3482–3488, dez. 2020.

SIRI, W. E. Body composition from fluid paces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington, National Academy of Science, 1961

SITKO, S.; CIRER-SASTRE, R.; LÓPEZ-LAVAL, I. An Update Of The Allen & Coggan Equation To Predict 60-Min Power Output In Cyclists Of Different Performance Levels. **International journal of sports medicine**, out. 2023.

SØRENSEN, A. et al. The Validity of Functional Threshold Power and Maximal Oxygen Uptake for Cycling Performance in Moderately Trained Cyclists. **Sports (Basel, Switzerland)**, v. 7, n. 10, p. 1–8, out. 2019.

UNION CYCLISTE INTERNTIONAL (UCI). **Annual Report**, Aigle, 01 jun. 2020.

Acesso: 25 set. 2022. Online. Disponível em: <https://www.uci.org/news/2020/the-uci-publishes-its-2019-annual-report>

VALENZUELA, P. L. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Surrogate of the Lactate Threshold? **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 10, p. 1293–1298, nov. 2018.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: Validade e reprodutibilidade de procedimentos práticos para determinação de variáveis para o treinamento de ciclismo

COORDENADOR DA PESQUISA:

Prof. Dr. Paulo Roberto dos Santos Amorim, PHD

Tel.: 31 3612-5400 – pramorim@ufv.br

Pesquisador:

Prof. MS. Rômulo José Mota Júnior

Tel.: 31 993995518 – romuloefi@gmail.com

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “**Validade e reprodutibilidade de procedimentos práticos para determinação de variáveis para o treinamento de ciclismo**”, cujo objetivo é verificar se o teste de curta duração é adequado para avaliar a sua mais alta potência, se ele é capaz de apresentar resultados semelhantes quando aplicado em dias distintos sob condições similares, bem como se ele pode ser utilizado para estimar sua capacidade aeróbia. Sua participação na pesquisa é VOLUNTÁRIA, o que significa que o senhor terá o direito de decidir se quer ou não participar, ou mesmo recusar de participar de alguma parte do estudo em especial. Também poderá desistir de participar do estudo em qualquer momento.

CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS E ANONIMATO

Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos. Garantimos que será mantida a CONFIDENCIALIDADE das informações e o ANONIMATO, ou seja, o seu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas.

PROCEDIMENTOS DA DINÂMICA DO ESTUDO QUE ESTARÁ SENDO REALIZADO.

A dinâmica do estudo que você será submetido corresponderá à cinco visitas ao laboratório de performance humana, com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas, para a

realização de protocolos físicos, cujos esforços serão semelhantes àqueles realizados em sua rotina de treinamento diária.

Estes procedimentos permitirão identificar se um protocolo curto (contrarrelógio de 8 minutos no ciclismo), e barato, é preciso e pode ser utilizado para a obtenção de dados de variáveis importantes para o ciclismo, como a potência e o consumo de oxigênio. Para tanto você será submetido às visitas abaixo descritas:

No primeiro encontro você passará por uma triagem inicial, respondendo a um conjunto de questionários (Histórico de saúde, prontidão para a prática de exercícios físicos, risco cardiovascular, uso de medicamentos), por uma avaliação hemodinâmica (Pressão arterial e frequência cardíaca em repouso), bem como por uma avaliação da composição corporal (Peso, estatura, dobras cutâneas). Além desta etapa, neste encontro você será submetido a dois procedimentos, sendo o primeiro deles para determinação dos limiares ventilatórios e do pico do consumo de oxigênio. O outro procedimento será uma familiarização com o protocolo do contrarrelógio de 8 minutos. Em ambos você estará em sua própria bicicleta, estando a mesma acoplada em um rolo estacionário, conectado a um computador, utilizando seus materiais pessoais, tais como meias, sapatilhas e short. Ademais, você estará munido de uma máscara facial que permite a medida do oxigênio consumido.

Além deste encontro inicial, você passará por mais 4 encontros, sendo dois deles para a realização do contrarrelógio de 8 minutos, um para a realização do contrarrelógio de 20 minutos e outro para realização do contrarrelógio de 60 minutos, não necessariamente nesta ordem. Em todos estes procedimentos serão utilizados o mesmo instrumental da familiarização do encontro inicial;

Todos os procedimentos serão realizados por um profissional capacitado, doutorando em Educação Física, sendo dispendido em cada encontro entre 2 a 3 horas. Os dados serão coletados, em uma sala reservada, estando somente o avaliado e o avaliador. No presente estudo não serão feitas imagens em vídeo ou fotos, ou mesmo gravação de voz. Ao concluir todas as etapas, você receberá um relatório individual contendo as informações obtidas com os procedimentos de avaliação, que servirão para nortear o seu treinamento.

RISCOS E BENEFÍCIOS

Nos encontros, você será submetido a protocolos físicos, onde os esforços realizados serão proporcionais àqueles realizados em sua rotina diária de treinamento, todavia todo esforço físico aumenta os riscos de eventos cardiovasculares. Desta forma, para minimização dos riscos,

no primeiro encontro você será submetido a um protocolo de estratificação de riscos, garantindo assim sua segurança ao longo dos demais. Este procedimento contempla a avaliação do seu histórico de saúde, prontidão para a prática de exercícios, uso de medicamentos e outras substâncias nocivas à saúde, risco de eventos cardíacos, avaliação pressórica e da composição corporal. Somente após esta etapa, estando os resultados em conformidade com os critérios de segurança da pesquisa, sendo eles: ausência de condições que possam ser agravadas por atividades físicas, questionário de prontidão para prática de atividade física com todas as afirmativas negativas, baixo risco de eventos cardíacos, ausência de uso de substâncias nocivas à saúde, níveis pressóricos em repouso inferiores a 140 x 90 mmHg e Índice de massa corporal inferior a 30 Kg/M², é que você poderá ser submetido às etapas subsequentes de procedimentos físicos. Esta etapa poderá causar algum constrangimento a você. Entretanto, você poderá optar por não responder às questões e ou não se submeter aos procedimentos que por ventura possam provocar este sentimento.

Após resultado favorável na avaliação inicial, serão realizadas mensurações de variáveis determinantes para o ciclismo, como sua frequência cardíaca, potência e o consumo de oxigênio, além de possibilitar a identificação do seu nível de desempenho esportivo. Nesta etapa, devido às características dos procedimentos físicos há riscos de lesões musculoesqueléticas. Contudo, os esforços aos quais você será submetido são semelhantes aos realizados em sua rotina de treino, além do mais, ao sentir qualquer desconforto mínimo você poderá interromper o esforço. Outro possível evento é a queda da bicicleta. Para minimizar tal risco utilizaremos a base de maior apoio do rolo estacionário e o mesmo será posicionado em um local onde você terá barras de apoio em ambos os lados. Diante destes eventuais riscos, caso ocorra alguma lesão física ou dano material, os pesquisadores responsáveis cobrirão todos os custos médicos e ou materiais, de forma que você não será, em hipótese alguma, onerado.

Por fim, você receberá um relatório individualizado apontando sua saúde em diversas esferas, bem como seu estado físico para a prática do ciclismo. Além deste relatório, sendo identificado qualquer possível alteração que ofereça risco a sua saúde você será orientado a procurar um especialista, antes da realização dos procedimentos físicos, de forma a garantir uma prática segura da modalidade em questão.

INFORMAÇÕES FINANCEIRAS, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÕES

Para participar deste estudo o Sr.(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, físicos ou materiais, identificados

e comprovados, decorrentes da pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr.(a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no “Laboratório de Performance Humana” e a outra será fornecida ao Sr.(a).

DÚVIDAS SOBRE O ESTUDO

Em caso de dúvida o senhor poderá entrar em contato com o Prof. Rômulo José Mota Júnior pelo telefone 31 993995518 – romulo.junior@ufv.br ou com o coordenador do projeto no e-mail: pramorim@ufv.br.

Em caso de dúvida sobre os procedimentos éticos desse estudo o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - CEP/UFV também poderá ser contactado, pelo e-mail: cep@ufv.br ou telefone (31) 3612-2316, sendo o mesmo localizado Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário, Edifício Arthur Bernardes, subsolo, Viçosa/MG CEP: 36570-900.

Para que possamos manter contato posteriormente, enviando informações sobre seus resultados, gostaríamos caso tenha interesse em preencher os seguintes dados:

[] Não tenho interesse de receber os resultados.

[] Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Sexo: ____ Nacionalidade: _____

Telefone: _____ e-mail: _____

Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade: _____ Estado: _____ CEP.: _____

Eu....., declaro estar esclarecido sobre os termos apresentados quanto aos objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de recusar minha participação parcial do estudo, ou mesmo solicitar minha exclusão posteriormente. Também fui esclarecido de todas

as dúvidas e que este projeto busca seguir integralmente a legislação brasileira com seres humanos, lei 466/12. Consinto por minha livre e espontânea vontade em participar desta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

Paulo Roberto dos Santos Amorim
(Coordenador do Projeto)

Voluntário

APÊNDICE B - Protocolo de Coleta de dados

Visita 1 e 2

Informações Pessoais e Cadastrais

Nome: _____ Data de Nascimento: _____

Idade: _____ Tempo de prática: _____ Nº de competições por ano: _____

Modalidade: _____ Bike: _____ Kit: _____

Cidade: _____ Tel: _____ CPF: _____

KM semanal: _____ Horas semanal _____ Dias semana _____

Etnia: ()branco ()pardo ()negro ()amarelo ()Indígena

Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal

Massa Corporal	Estatura	IMC	Peitoral	Abdominal	Coxa

Avaliações Hemodinâmicas em Repouso

Posição	Lactato	PAS	PAD	FC	FCmáx* (208 - (0,7 x idade))
Deitada					

Avaliação dos níveis de hidratação

Densidade da urina	Pré:	Pós:
--------------------	------	------

Avaliação do Ambiente

Temperatura	Umidade			

Questionário de Prontidão Para a Prática de Atividades Físicas (PARQ)

Questionário Para Avaliação do Risco Coronariano- Michigan Heart Association

Anamnese Padrão**Par-q: Risco coronariano:****Uso de medicamentos:** () Sim () Não

Qual: Motivo:

Uso de Tabaco: () Sim () Não**Uso de bebidas alcoólicas:** () Sim () Não**Uso de suplementos alimentares:** () Sim () Não**Doenças Metabólicas:** () Hipertensão Arterial () Diabetes () Doença Pulmonar
() Outras Qual:**Problemas osteomioligamentares:** () Sim () Não

Qual:

Outras informações de saúde relevantes:**Dados Metabólicos**

Teste de Rampa					
<u>LL1</u>	<u>LL2</u>	<u>PO2 ao LL1</u>	<u>PO2 ao LL2</u>	<u>FC ao LL1</u>	<u>FC ao LL2</u>

Teste Incremental		
<u>Lactato Final</u>	<u>PO2 pico</u>	<u>FC pico</u>

<u>Estágio</u>	<u>lactato</u>	<u>FC</u>	<u>PSE</u>
Aquecimento			
150			
175			
200			
225			
250			
275			
300			
325			
350			
Pós recuperação			

<u>Estágio</u>	<u>lactato</u>	<u>FC</u>	<u>PSE</u>
Aquecimento			
Final			

Visita 3

Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal

Massa Corporal	Estatura

Dados Basais

Posição	Lactato	PAS	PAD	FC
Deitada				

Avaliação dos níveis de hidratação

Densidade da urina	Pré:	Pós:
--------------------	------	------

Avaliação do Ambiente

Temperatura	Umidade		

Dados Metabólicos

Contrarrelógio de _____ minutos																													
<u>Aquecimento</u> PSE:						<u>Parte 1</u> PSE:						<u>Recuperação</u> PSE:						<u>Parte 2</u> PSE:											
ve l	ca d	di st	FC	W	La	ve l	ca d	di st	FC	W	La	ve l	ca d	di st	FC	W	La	ve l	ca d	di st	FC	W	La						

Visita 4**Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal**

Massa Corporal	Estatura

Dados Basais

Posição	Lactato	PAS	PAD	FC
Deitada				

Avaliação dos níveis de hidratação

Densidade da urina	Pré:	Pós:
--------------------	------	------

Avaliação do Ambiente e Hidratação

Temperatura	Umidade			

Dados Metabólicos

Contrarrelógio de minutos																								
Aquecimento						Parte 1						Recuperação						Parte 2						
PSE:						PSE:						PSE:						PSE:						
<u>ve</u>	<u>ca</u>	<u>di</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>	<u>ve</u>	<u>ca</u>	<u>di</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>	<u>ve</u>	<u>ca</u>	<u>di</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>	<u>ve</u>	<u>ca</u>	<u>di</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>	
l	d	st				l	d	st				l	d	st				l	d	st				
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Visita 6

Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal

Massa Corporal	Estatura

Dados Basais

Posição	Lactato	PAS	PAD	FC
Deitada				

Avaliação dos níveis de hidratação

Densidade da urina	Pré:	Pós:
--------------------	------	------

Avaliação do Ambiente

Temperatura	Umidade		

Dados Metabólicos

<u>Contrarrelógio de _____ minutos</u>																							
<u>Aquecimento</u> PSE:						<u>Parte 1</u> PSE:						<u>Recuperação</u> PSE:						<u>Parte 2</u> PSE:					
<u>ve</u> <u>l</u>	<u>ca</u> <u>d</u>	<u>di</u> <u>st</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>	<u>ve</u> <u>l</u>	<u>ca</u> <u>d</u>	<u>di</u> <u>st</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>	<u>ve</u> <u>l</u>	<u>ca</u> <u>d</u>	<u>di</u> <u>st</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>	<u>ve</u> <u>l</u>	<u>ca</u> <u>d</u>	<u>di</u> <u>st</u>	<u>FC</u>	<u>W</u>	<u>La</u>
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x
n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x	n	e	l	x

APÊNDICE C – Relatório Final aos Voluntários

Relatório Final

[Nome do Voluntário]

**Validade e reprodutibilidade de um contrarrelógio na
determinação de variáveis fisiológicas para o
treinamento de ciclistas**



Figura 1- Nome do Voluntário (Voluntário)

Relatório Final

Antropometria e Composição corporal						
Peso	Altura	Índice de Massa Corporal	Percentual de Gordura Corporal	Kg de gordura Corporal		
88,2	1,78	27,83	17,24	15,20		
Classificação		Sobrepeso	Aumentado			
<p>Observações: Seu índice de massa corporal (IMC) se encontra ligeiramente acima dos níveis de normalidade (menor que 25 kg/m²). Além disso, seu percentual de gordura corporal está aumentado para sua idade e sexo, bem como pode comprometer seu desempenho na modalidade em questão. O recomendado é que este esteja entre 9 e 11%. Logo, um acompanhamento nutricional te ajudará a melhorar estes aspectos.</p>						
Avaliações Hemodinâmicas						
Pressão Arterial Sistólica	Pressão Arterial Diastólica	Frequência Cardíaca de Repouso	Frequência Cardíaca Máx.	Frequência Cardíaca de Reserva		
120	80	51	190	139		
Classificação						
Normal	Normal	Bradycardia	Normal			
<p>Observações: Seus níveis pressóricos estão normais. Sua FC está baixa, sinalizando um bom nível de treinamento.</p>						
Dados Metabólicos						
W ao LL1	W ao LL2	FC ao LL1	FC ao LL2	Potência Aeróbica Máxima (PO2 máx)	W/Kg	Pico [La]
200	275	140	163	431,7	4,89	13,6
Classificação						
<p>Observações: A intensidade de exercício que seu organismo é capaz de suportar sem o acúmulo excessivo do ácido láctico está próximo dos 275 wats ou 163 bpm caso você tome como referência a potência ou frequência cardíaca, respectivamente. Logo, estes dados são importantes referências para a prescrição do treinamento.</p>						
Dados dos Contrarrelógios						
Variáveis Médias	CR 8-1	CR 8- 2	CR 8- 3	CR 8- 4	CR 20	CR 60
Distância	3815	4025	3767	4176	9771	26320
Potência	302	337,1	295,99	361,53	316,5	255,3
% da PO máxima	70%	78%	69%	84%	73%	59%
Limiar Funcional de Potência (FTP)	271,8	303,39	266,39	325,38	300,68	<u>255,3</u>
% da PO máxima	63%	70%	62%	75%	70%	59%
W/Kg	3,08	3,43	3,02	3,68	3,40	
Lactato	5,2	11,7	6,2	11,9	5,5	<u>2,89</u> 3,4
% do pico de lactato	38%	86%	46%	88%	40%	25%
% do Limiar de lactato	130%	293%	155%	298%	138%	85%
FC	151	170	157	178	165	162
% da FC máximo	79%	89%	83%	94%	87%	85%
% da FC ao LL	93%	104%	96%	109%	101%	99%
Cadência	73	72	71	80	74	77
Velocidade	30,39	31,01	28,99	32,16	30,05	26,82

Functional Treshold Power- FTP	
Functional Treshold Power (FTP)	Potencial Relativa ao Peso Corporal (W/kg)
255	2,89
Classificação	
Bom	Nível 3/9

Observações: Seus valores de potência relativa, utilizando como referência o FTP obtido no contrarrelógio de 60 minutos lhe atribui uma classificação de desempenho moderado. Esta classificação te coloca em um patamar de condicionamento físico razoável em que numa escala de 1 a 9 você está no nível 3. Esta classificação tem uma ampla possibilidade de melhoras. Sendo assim, bora treinar!!

Dados para prescrição
Questionário de prontidão para a prática de ciclismo
Neste questionário não houve resposta afirmativa para problemas de saúde. Desta forma, os riscos para a prática do ciclismo são baixos. Todavia, é imprescindível que anualmente ou caso sinta algum sintoma relacionado à alguma condição de saúde atípica, você procure um médico especialista.

Questionário de risco para eventos cardiovasculares futuro
Na avaliação do risco cardiovascular futuro você obteve uma pontuação de 14. Com base nesta você apresenta risco baixo para desenvolver eventos cardíacos futuros. Esta classificação é considerada muito boa para sua idade e sexo. Todavia é importante que mantenham bons hábitos de vida, como a prática regular de exercícios físicos, alimentação saudável, exames clínicos periódicos, distanciamento do tabaco e seus derivados, controle dos níveis glicêmicos e pressóricos e uma boa noite de sono.

Frequência cardíaca de treino		
Zona/ Objetivo	Limite inferior (Bpm)	Limite superior (Bpm)
Zona 1- Recuperação Ativa	51	95
Zona 2- Resistência Aeróbia	95	115
Zona 3- Limiar Aeróbio	115	133
Zona 4- Limiar Anaeróbio	133	175
Zona 5- Resistência Anaeróbia	175	190

Frequência cardíaca ao Limiar de Lactato: 150		
Zona/ Objetivo	Limite inferior (Bpm)	Limite superior (Bpm)
Zona 1- Recuperação Ativa	51	132
Zona 2- Resistência Aeróbia	132	145
Zona 3- Tempo	145	153
Zona 4- Limiar Aeróbio	153	161
Zona 5- Consumo Máximo de O2	163	166
Zona 6- Resistência Anaeróbia	166	173
Zona 7- Treino Neuromuscular	173	190

Zonas de Potência para o treinamento- FTP: 255		
Zona/ Objetivo	Limite inferior (Watts)	Limite superior (Watts)
Zona 1- Recuperação Ativa	0	140
Zona 2- Resistência Aeróbia	143	191
Zona 3- Tempo	194	230
Zona 4- Limiar Aeróbio	232	268
Zona 5- Consumo Máximo de O2	270	306
Zona 6- Resistência Anaeróbia	309	383
Zona 7- Treino Neuromuscular	383	600

Obrigado pela sua colaboração!! Qualquer dúvida estou à disposição.

ANEXO A – Documento de Aprovação do Comitê de Ética para Pesquisas com Seres Humanos



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Validade e reprodutibilidade de procedimentos práticos para determinação de variáveis para o treinamento de ciclismo

Pesquisador: Paulo Roberto dos Santos Amorim

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 45939121.9.0000.5153

Instituição Proponente: Universidade Federal de Viçosa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.841.775

Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática: XXXXXXXXX

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_ XXXXXXXXXXXX) e/ou do

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática:

Grande Área 4. Ciências da Saúde 1.

RESUMO: O ciclismo é um dos meios mais eficientes de locomoção humana que demandam ativação muscular, enquanto esporte, é considerado uma modalidade predominantemente aeróbica, com intermitências anaeróbicas, sendo o consumo máximo de oxigênio (VO₂ máximo), limiares aeróbios e anaeróbios (LAer e LAna) e potência determinantes do sucesso esportivo. Nesta perspectiva, protocolos de testes físicos de curta duração, válidos e reprodutíveis para a mensuração destas variáveis são desejáveis para treinadores e atletas aperfeiçoarem seus treinamentos e desempenho atlético. Diante disso, a presente investigação tem como objetivo avaliar a validade e reprodutibilidade do teste contra relógio de 8 minutos no ciclismo em ambiente laboratorial, bem como propor uma equação para determinação do VO₂ pico a partir

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 4.841.775

deste protocolo. Participarão deste

estudo 28 ciclistas voluntários, com idade entre 18 e 35 anos, com experiência prévia de pelo menos 2 anos na modalidade. Estes voluntários serão submetidos a 5 sessões randomizadas, com exceção da primeira, onde será determinado o pico do consumo de oxigênio e os limiares ventilatórios. Posteriormente todos os voluntários realizarão 2 sessões para a realização do contra relógio de 8 minutos, 1 para realização do contra relógio de 20 minutos e outra para realização do protocolo de 60 minutos, sorteados randomicamente. Em todos estes encontros os ciclistas estarão equipados com seus próprios materiais, utilizando sua própria bicicleta acoplada a o rolo estacionário, monitorando frequência cardíaca, consumo de oxigênio e potência

2. METODOLOGIA: Será realizado um estudo experimental, no qual, cada voluntário passará por cinco sessões avaliativas. A primeira delas será comum a todos, sendo as demais definidas através da aplicação do quadrado latino (crossover) randomizado, podendo ocorrer as seguintes combinações de protocolos:(a) 8 minutos, 20 minutos, 8 minutos, 60 minutos; (b) 20 minutos, 8 minutos, 60 minutos, 8 minutos; (c) 8 minutos, 60 minutos, 8 minutos, 20 minutos; (d) 60 minutos, 8 minutos, 20 minutos, 8 minutos; 1ª sessão: Destinada à anamnese e estratificação de risco através de questionários. Serão realizadas ainda medidas antropométricas e de composição corporal através do protocolo de dobras cutâneas. Além destes procedimentos os voluntários serão submetidos a dois protocolos, sendo um deles para determinação dos limiares ventilatórios e VO₂ pico e outro para familiarização com o protocolo completo do contra relógio de 8 minutos. Esta sessão terá uma duração de aproximadamente três horas, ao passo que para as demais, serão necessárias, aproximadamente duas horas, para cada. Todas as sessões serão realizadas no turno da manhã, entre 6 e 10 horas da manhã, com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas, no Laboratório de Performance Humana da Universidade Federal de Viçosa. Os esforços realizados nestas sessões são compatíveis com aqueles desempenhados pelos voluntários em sua rotina habitual de treinamento. 2ª a 5ª Sessão: Cada ciclista realizará os contra relógios (8, 20 e 60 minutos) em sua própria bicicleta e com a utilização dos mesmos equipamentos individuais pessoais, como sapatilhas, meias e roupas em todos os protocolos, com um intervalo de no mínimo 48 horas entre eles. Para estes procedimentos será utilizado um rolo estacionário Zcycle (Smart ZPRO), sendo o mesmo equipado com medido de

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 4.841.775

potência próprio, com precisão de 3%. Esse tipo de equipamento permite simular testes de ciclismo em diferentes percursos por meio de alteração na resistência imposta pelo aparelho sendo as informações relativas a potência (W), Frequência cardíaca (BPM), cadência (RPM), velocidade (KM/h) e duração (minutos) transmitidas por meio de uma tela

pelo software Bkool (Bkool cycling simulator Indoor). Este rolo estacionário possibilita ao ciclista a troca de marchas conforme sua rotina, tornando as condições ergonômicas, biomecânicas, técnicas e táticas do protocolo muito semelhante às condições reais de prática, aumentando a validade ecológica do procedimento. Em todos os procedimentos o consumo de oxigênio, a ventilação pulmonar e a razão de trocas respiratórias serão

mensuradas com a utilização do analisador de gases metabólicos (VO2000, Aerosport, Medgraphics, St. Paul, Minnesota) e analisadas pelo software Aerograph 4.3 (Medical Graphics Corporation) para determinação do VO2 pico, sendo o mesmo caracterizado pelo maior valor registrado pelo equipamento em cada um dos protocolos. A frequência cardíaca será monitorada através da utilização de um frequencímetro da marca Polar (modelo Polar H10 heart rate sensor), durante todas as etapas dos protocolos, para determinação da frequência cardíaca média e máxima alcançadas. Este equipamento permite o armazenamento dos dados, para análises posteriores. Serão mensuradas ainda, potência média, máxima e normalizada, distância percorrida, cadência média e percepção subjetiva de esforço (6-20). Durante os protocolos experimentais as variáveis a serem mensuradas serão ocultadas dos sujeitos, visando não influenciar na estratégia de ritmo durante sua execução, permanecendo a vista, somente informações relativas à duração do protocolo e cadência. Para garantir que o nível de hidratação e as características ambientais não influenciem na performance do atleta, ambas as variáveis serão monitoradas e ajustadas. Estratégias de hidratação, com a utilização exclusiva de água poderão ser adotadas ao longo dos contra relógios.

3. HIPÓTESES: O contra relógio de 8 minutos é um protocolo válido para a determinação do limiar funcional de potência, apresenta resultados reprodutíveis quando aplicado em condições semelhantes, bem como, apresenta boa relação com os resultados obtidos comparado ao contra relógio de 20 minutos.

4. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:

Ser do gênero masculino; Ser considerado aparentemente saudável; Apresentar questionário de

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 4.841.775

prontidão para a prática de atividades físicas (PARq) negativo; Apresentar baixo risco coronariano avaliado pelo questionário RISK0; Apresentarem uma faixa etária compreendida entre 18 a 35 anos; Devem estar praticando o ciclismo pelo menos três vezes por semana, com duração semanal de 5 horas, cobrindo distâncias entre 60 e 250 km por semana a pelo menos 12 meses.

Critério de Exclusão:

Estar consumindo medicamentos que possam interferir nos resultados metabólicos; Ser usuário de tabaco ou drogas; Ser possuidor de doenças metabólicas como diabetes, hipertensão ou outra doença hormonal; Ser possuidor de doenças osteomusculares como problemas de joelho, quadril ou tornozelo que impeçam ou prejudiquem o desempenho físico; Apresentarem histórico de problemas de circulação ou de problema renal.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores os objetivos são:

Objetivo Primário:

Avaliar a validade e a reprodutibilidade do contra relógio de 8 minutos no ciclismo em ambiente laboratorial.

Objetivo Secundário:

Avaliar a validade do contra relógio de 8 minutos em determinar o VO2 pico; Avaliar a validade do contra relógio de 8 minutos em determinar os limiares de transição metabólica; Avaliar a validade e reprodutibilidade do contra relógio de 8 minutos em determinar o limiar funcional de potência; Avaliar a relação entre o FTP obtido no contra relógio de 8 minutos em laboratório com FTP obtido no contra relógio de 20 minutos; Avaliar a relação entre o FTP obtido no contra relógio de 8 minutos em laboratório com as variáveis fisiológicas de controle de treinamento; Propor uma equação para determinação do VO2 pico a partir do contra relógio de 8 minutos em laboratório;

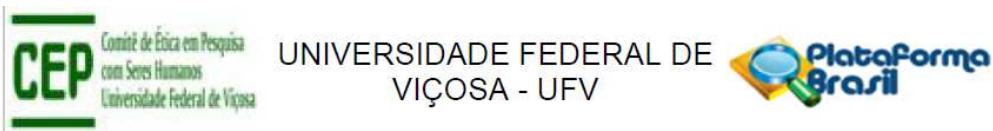
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Foram apresentados os seguintes riscos e benefícios:

Riscos:

Os atletas serão submetidos a protocolos físicos podendo vir a sofrer algum evento cardiovascular adverso, contudo, antes dos procedimentos físicos estes serão submetidos a um conjunto de procedimentos avaliativos prévios, incluindo prontidão para a prática de atividade física, histórico

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.841.775

de saúde, avaliação do risco cardiovascular, avaliação de uso de substâncias nocivas à saúde, níveis pressóricos em repouso e composição corporal, podendo participar das etapas subsequentes somente se atenderem às exigências de saúde o A presente estudo (vide critérios de inclusão e exclusão). Os voluntário também poderão vir a sofrer lesões musculoesqueléticas decorrente dos esforço demandados, entretanto, tais esforços serão semelhantes àqueles realizados pelos voluntários em sua rotina habitual de treinamento, bem como será esclarecido ao mesmo que a interrupção do procedimento é voluntária e deverá ser feita caso sinta qualquer desconforto; Outro possível risco está relacionado ao fato dos procedimentos serem realizados em bicicleta, estando a mesma acoplada a um rolo estacionário podendo ocasionar quedas dos voluntários. Diante disso, o rolo utilizado conta com uma extensão de apoio, onde esta será utilizada em todos os procedimentos. Além disso serão colocadas barras laterais para apoio do ciclista em eventual desequilíbrio; Durante os procedimentos avaliativos prévios, os voluntários poderão se sentir constrangidos com alguma pergunta ou com algum procedimento, sendo esclarecido ao mesmo que poderá optar em não responder o participar, sem maiores prejuízos no transcorrer do estudo.

Benefícios:

Os voluntários serão submetidos a um conjunto de procedimentos que fornecem dados precisos e pouco comum de serem obtidos no contexto de ciclistas nos quais se enquadram nossos possíveis voluntário. Sendo assim, estes terão acesso a dados que permitirão uma preparação física mais assertiva e específica; Além destes dados atléticos, os voluntários passarão por uma triagem inicial de saúde, onde inúmeros aspectos serão monitorados, possibilitando assim uma prática segura do ciclismo aos voluntários; Nesta perspectiva, cada voluntário receberá um relatório, ao final dos procedimentos, contendo neste todos os dados atléticos, de saúde, bem como orientações e direcionamentos àqueles que assim necessitarem; Por fim, após coleta dos dados e análises dos resultados teremos condições de apresentar à comunidade um protocolo de curta duração, porém, com alto potencial de utilização na prática de treinadores de ciclistas e de ciclistas.

Avaliação:

Os pesquisadores corrigiram os riscos como solicitado anteriormente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segundo os pesquisadores será realizado um estudo experimental, no qual, cada voluntário

Endereço:	Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes		
Bairro:	Campus Universitário	CEP:	36.570-977
UF:	MG	Município:	VICOSA
Telefone:	(31)3612-2316	E-mail:	cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 4.841.775

passará por cinco sessões avaliativas. A primeira delas será comum a todos, sendo as demais definidas através da aplicação do quadrado latino (crossover) randomizado, podendo ocorrer as seguintes combinações de protocolos: (a) 8 minutos, 20 minutos, 8 minutos, 60 minutos; (b) 20 minutos, 8 minutos, 60 minutos, 8 minutos; (c) 8 minutos, 60 minutos, 8 minutos, 20 minutos; (d) 60 minutos, 8 minutos, 20 minutos, 8 minutos; 1ª sessão: Destinada à anamnese e estratificação de risco através de questionários.

Serão realizadas ainda medidas antropométricas e de composição corporal através do protocolo de dobras cutâneas. Além destes procedimentos os voluntários serão submetidos a dois protocolos, sendo um deles para determinação dos limiares ventilatórios e $\dot{V}O_2$ pico e outro para familiarização com o protocolo completo do contra relógio de 8 minutos. Esta sessão terá uma duração de aproximadamente três horas, ao passo que para as demais, serão necessárias, aproximadamente duas horas, para cada. Todas as sessões serão realizadas no turno da manhã, entre 6 e 10 horas da manhã, com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas, no Laboratório de Performance Humana da Universidade Federal de Viçosa. Os esforços realizados nestas sessões são compatíveis com aqueles desempenhados pelos voluntários em sua rotina habitual de treinamento. 2ª a 5ª Sessão: Cada ciclista realizará os contra relógios (8, 20 e 60 minutos) em sua própria bicicleta e com a utilização dos mesmos equipamentos individuais pessoais, como sapatilhas, meias e roupas em todos os

protocolos, com um intervalo de no mínimo 48 horas entre eles. Para estes procedimentos será utilizado um rolo estacionário Zcycle (Smart ZPRO), sendo o mesmo equipado com medido de potência próprio, com precisão de 3%. Esse tipo de equipamento permite simular testes de ciclismo em diferentes percursos por meio de alteração na resistência imposta pelo aparelho sendo as informações relativas a potência (W), Frequência cardíaca (BPM), cadência (RPM), velocidade (KM/h) e duração (minutos) transmitidas por meio de uma tela

pelo software Bkool (Bkool cycling simulator Indoor). Este rolo estacionário possibilita ao ciclista a troca de marchas conforme sua rotina, tornando as condições ergonômicas, biomecânicas, técnicas e táticas do protocolo muito semelhante às condições reais de prática, aumentando a validade ecológica do procedimento. Em todos os procedimentos o consumo de oxigênio, a ventilação pulmonar e a razão de trocas respiratórias serão

mensuradas com a utilização do analisador de gases metabólicos (VO2000, Aerosport, Medgraphics, St. Paul, Minnesota) e analisadas pelo software Aerograph 4.3 (Medical Graphics Corporation) para determinação do $\dot{V}O_2$ pico, sendo o mesmo caracterizado pelo maior valor registrado pelo equipamento em cada um dos protocolos. A frequência cardíaca será monitorada

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 4.841.775

através da utilização de um frequencímetro da marca Polar (modelo Polar H10 heart rate sensor), durante todas as etapas dos protocolos, para determinação da frequência cardíaca média e máxima alcançadas. Este equipamento permite o armazenamento dos dados, para análises posteriores. Serão mensuradas ainda, potência média, máxima e normalizada, distância percorrida, cadência média e percepção subjetiva de esforço (6-20). Durante os protocolos experimentais as variáveis a serem mensuradas serão ocultadas dos sujeitos, visando não influenciar na estratégia de ritmo durante sua execução, permanecendo a vista, somente informações relativas à duração do protocolo e cadência. Para garantir que o nível de hidratação e as características ambientais não influenciem na performance do atleta, ambas as variáveis serão monitoradas e ajustadas. Estratégias de hidratação, com a utilização exclusiva de água poderão ser adotadas ao longo dos contra relógios.

Total de participantes : 28

Início 12/04/21

coleta de dados agosto 2021

final 25/07/22

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes documentos obrigatórios:

folha de rosto e autorização, formulário online, TCLE corrigido, projeto, carta resposta, custos e despesas.

O cronograma foi ajustado, assim como os riscos.

TCLE: modificado

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa ou responsável legal, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha.

Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 4.841.775

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1731702.pdf	23/06/2021 17:02:52		Aceito
Outros	cartaresposta2.pdf	23/06/2021 17:02:28	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclemod2.pdf	23/06/2021 17:01:10	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_4721011.pdf	27/05/2021 16:22:03	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Outros	cartaresposta.pdf	27/05/2021 16:20:46	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declabmod.pdf	27/05/2021 16:19:06	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclemod.pdf	27/05/2021 16:18:09	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetomod.pdf	27/05/2021 16:17:22	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Cronograma	cronomod.pdf	27/05/2021 16:16:26	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Folha de Rosto	folhar.pdf	14/04/2021 19:01:26	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Orçamento	custo.pdf	14/04/2021 18:59:20	Rômulo José Mota Júnior	Aceito
Declaração de Pesquisadores	decpesq.pdf	13/04/2021 17:28:51	Rômulo José Mota Júnior	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 4.841.775

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

VICOSA, 12 de Julho de 2021

Assinado por:
Érica nascif Rufino Vieira
(Coordenador(a))

ANEXO B – Questionário de Prontidão para a Prática de Atividades Físicas- PAR-q

Questionário de Prontidão Para a Prática de Atividades Físicas (PARQ)

Este questionário, proposto pela pelo American College of Sports Medicine, tem objetivo detecção de risco cardiovascular e é considerado um padrão mínimo de avaliação pré-participação, uma vez que uma resposta positiva sugere a avaliação médica.

1 Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e 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 perde a consciência ou cair, como resultado de tonteira?

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 recomendou o uso de medicamento para a sua pressão arterial ou condição física?

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 C – Questionário de Avaliação do Risco Coronariano- RISKO

Tabela 1 - RISKO - Teste de índice coronariano - 2004

Idade	10 a 20 1	21 a 30 2	31 a 40 3	41 a 50 4	51 a 60 6	61 a 70 e acima 8
Hereditariedade	Nenhuma história conhecida de cardiopatia 1	1 parente com doença cardiovascular e mais de 60 anos 2	2 parentes com doença cardiovascular e mais de 60 anos 3	1 parente com doença cardiovascular e menos de 60 anos 4	2 parentes com doença cardiovascular e menos de 60 anos 6	3 parentes com doença cardiovascular e menos de 60 anos 7
Peso	Mais de 2,3 Kg abaixo do peso padronizado 0	-2,3 a + 2,3 Kg do peso padronizado 1	2,7-9 kg acima do peso 2	9,5-15,9 kg acima do peso 3	16,4-22,7 Kg acima do peso 5	23,3-29,5 Kg acima do peso 7
Tabagismo	Não usuário 0	Charuto e/ou cachimbo 1	10 cigarros ou menos por dia 2	20 cigarros por dia 4	30 cigarros por dia 6	40 cigarros ou mais por dia 10
Exercício	Esforço profissional e recreacional intenso 1	Esforço profissional e recreacional moderno 2	Trabalho sedentário e esforço recreacional ligeiro 3	Esforço profissional sedentário e recreacional moderado 5	Trabalho sedentário e esforço recreacional ligeiro 6	Ausência completa de qualquer exercício 8
% de Colesterol ou gordura na dieta	Colesterol abaixo de 180 mg/dl ou a dieta não contém gorduras animais nem sólidas 1	Colesterol 181-205 mg/dl ou a dieta contém 10% de gorduras animais ou sólidas 2	Colesterol 206-230 mg/dl ou a dieta contém 20% de gorduras animais ou sólidas 3	Colesterol contém 30% de gorduras animais ou sólidas 4	Colesterol contém 40% de gorduras animais ou sólidas 5	Colesterol contém 50% de gorduras animais ou sólidas 7
Pressão Arterial	Leitura superior de 100 1	Leitura superior de 120 2	Leitura superior de 140 3	Leitura superior de 160 4	Leitura superior de 180 6	Leitura superior de 200 ou mais 8
Sexo	Mulher com menos de 40 1	Mulher com 40 – 50 2	Mulher com mais de 50 3	Homem 4	Homem atarracado 6	Homem calvo e atarracado 7

Fonte: Michigan Heart Association

ANEXO D – Artigo 1 - Validity of the 8-minute time trial in determining variables for mountain bike cycling training

 <p>CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO</p> <p>Europea European Publications ISSN: 1888-4039</p>	<p>DOI: 10.55905/cuadv16n3-102 Originals received: 02/19/2024 Acceptance for publication: 03/09/2024</p>
<p>Validity of the 8-minute time trial in determining variables for mountain bike cycling training</p>	
<p>Validade do contrarrelógio de 8 minutos na determinação de variáveis para o treinamento de ciclismo de montanha</p>	
<p>Validez de la contrarreloj de 8 minutos en la determinación de variables para el entrenamiento de ciclismo de montaña</p>	
<p>Rômulo José Mota Júnior Master in Physical Education Institution: Departamento de Educação Física do Centro Universitário Governador Ozanam Coelho Address: Rua Adjalme da Silva Botelho, 20, Seminário, Campus Universitário, Ubá – MG, CEP: 36506-024 E-mail: romulo.junior@ufv.br</p>	
<p>Renata Aparecida Rodrigues de Oliveira PhD in Physical Education Institution: Departamento de Educação Física do Centro Universitário Governador Ozanam Coelho Address: Rua Adjalme da Silva Botelho, 20, Seminário, Campus Universitário, Ubá – MG, CEP: 36506-024 E-mail: renata.oliveira@unifagoc.edu.br</p>	
<p>Anselmo Gomes de Moura PhD in Physical Education Institution: Departamento de Educação Física do Centro Universitário Governador Ozanam Coelho Address: Rua Adjalme da Silva Botelho, 20, Seminário, Campus Universitário, Ubá – MG, CEP: 36506-024 E-mail: anselmo.moura@unifagoc.edu.br</p>	
<p>Guilherme de Azambuja Pussieldi PhD in Physical Education Institution: Departamento de Educação Física do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa - campus Florestal Address: Rodovia LMG 818, km 06, s/n, Câmpus Universitário, Florestal - MG, CEP: 35890-000 E-mail: guipussi@hotmail.com</p>	
<p>CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO, v.16, n.3, p. 01-23, 2024 1</p>	



João Carlos Bouzas Marins

PhD in Physical Education

Institution: Departamento de Educação Física do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa - campus Florestal

Address: Rodovia LMG 818, km 06, s/n, Campus Universitário, Florestal - MG, CEP: 35690-000

E-mail: jcbouzas@ufv.br

Paulo Roberto dos Santos Amorim

PhD in Physical Education

Institution: Departamento de Educação Física do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa - campus Florestal

Address: Rodovia LMG 818, km 06, s/n, Campus Universitário, Florestal - MG, CEP: 35690-000

E-mail: pramorim@ufv.br

ABSTRACT

The 8-minute time trial (TT) is a methodological alternative to the 60-minute TT for evaluating the Functional Threshold Power (FTP) of cyclists, however, studies that tested its validity were not found in the researched literature. Therefore, research aims to assess the validity of the 8-minute TT. The study included 9 trained male cyclists, aged between 25.46 ± 7.49 years, who were assessed on three different days. On the first day, we measured personal data, anthropometrics, ventilatory thresholds and peak oxygen consumption. On the other days, we submitted the volunteers to the 8- and 60-minute TT. We analyzed the agreement between the procedures using the intraclass correlation coefficient (ICC) and its validity by Bland-Altman. We adopted a significance level of 5%, and we performed all analyses using the SPSS. The results suggest great agreement, especially between the second 8-minute stimulus and the reference test, for FTP (ICC: 0.792, $p=0.016$), Wats per kilogram (ICC: 0.952, $p<0.001$), Wats per kilogram of lean mass (ICC: 0.912, $p=0.001$) and peak oxygen consumption (ICC: 0.882, $p=0.001$). In addition, in all these variables, the volunteers were within the mean \pm two standard deviations, as verified by the Bland-Altman plots. These results demonstrate the validity of the 8-minute TT, with more robust data being observed by the second stimulus of this protocol.

Keywords: cycling, mountain bike, power, FTP, exercise test.

RESUMO

O contrarrelógio de 8 minutos (TT) é uma alternativa metodológica ao TT de 60 minutos para avaliar a Potência de Limiar Funcional (FTP) de ciclistas, no entanto, estudos que testaram sua validade não foram encontrados na literatura pesquisada. Portanto, a pesquisa visa avaliar a validade do TT de 8 minutos. O estudo incluiu 9 ciclistas do sexo masculino treinados, com idade entre $25,46 \pm 7,49$ anos, que foram avaliados em três dias diferentes. No primeiro dia, medimos dados pessoais, antropometria, limiares de ventilação e pico de consumo de oxigênio. Nos outros dias, submetemos os voluntários ao TT de 8 e



60 minutos. Analisamos a concordância entre os procedimentos utilizando o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e sua validade por Bland-Altman. Adotamos um nível de significância de 5% e realizamos todas as análises utilizando o SPSS. Os resultados sugerem grande concordância, especialmente entre o segundo estímulo de 8 minutos e o teste de referência, para FTP (ICC: 0,792, $p=0,016$), Wats por quilograma (ICC: 0,952, $p<0,001$), Wats por quilograma de massa magra (ICC: 0,912, $p=0,001$) e consumo máximo de oxigênio (ICC: 0,882, $p=0,001$). Além disso, em todas essas variáveis, os voluntários estavam dentro da média de \pm dois desvios-padrão, conforme verificado pelos gráficos de Bland-Altman. Esses resultados demonstram a validade do TT de 8 minutos, com dados mais robustos sendo observados pelo segundo estímulo deste protocolo.

Palavras-chave: ciclismo, mountain bike, potência, FTP, teste de exercícios.

RESUMEN

La contrarreloj de 8 minutos (TT) es una alternativa metodológica a la TT de 60 minutos para evaluar la Potencia de Umbral Funcional (FTP) de los ciclistas, sin embargo, los estudios que probaron su validez no se encontraron en la literatura investigada. Por lo tanto, la investigación tiene como objetivo evaluar la validez del TT de 8 minutos. El estudio incluyó 9 ciclistas masculinos entrenados, con edades entre $25,46 \pm 7,49$ años, que fueron evaluados en tres días diferentes. El primer día, medimos datos personales, antropometría, umbrales ventilatorios y consumo máximo de oxígeno. Los otros días, enviamos a los voluntarios al TT de 8 y 60 minutos. Se analizó la concordancia entre los procedimientos utilizando el coeficiente de correlación intraclassa (ICC) y su validez por Bland-Altman. Adoptamos un nivel de significancia del 5% y realizamos todos los análisis utilizando el SPSS. Los resultados sugieren un gran acuerdo, especialmente entre el segundo estímulo de 8 minutos y la prueba de referencia, para FTP (ICC: 0,792, $p=0,016$), Wats por kilogramo (ICC: 0,952, $p<0,001$), Wats por kilogramo de masa magra (ICC: 0,912, $p=0,001$) y consumo máximo de oxígeno (ICC: 0,882, $p=0,001$). Además, en todas estas variables, los voluntarios estuvieron dentro de la media \pm dos desviaciones estándar, según lo verificado por las parcelas de Bland-Altman. Estos resultados demuestran la validez del TT de 8 minutos, con datos más robustos observados por el segundo estímulo de este protocolo.

Palabras clave: ciclismo, bicicleta de montaña, potencia, FTP, prueba de ejercicio.

1 INTRODUCTION

In sports cycling, there are different modalities which include different races, each of them presenting specificities related to the pace of the race; the

characteristics of the environment, characteristics of the equipment, but all sharing the common aspect that these races develop under high intensities, thus imposing high neuromuscular and physiological demands on cyclists (JEUKEENDRUP; CRAIG; HAWLEY, 2000; UCI, 2019).

Such demands characterize mountain and road cycling as a predominantly aerobic sport, with anaerobic intermittences, with maximal oxygen consumption (VO₂ max), metabolic transition thresholds and power being determinants of sports success (IMPELLIZZERI et al., 2005; IMPELLIZZERI; MARCORÀ, 2007).

Allen and Cogan (ALLEN; COGAN, 2006) proposed the use of intensities relative to average power as a strategy for prescribing training to cyclists, which is the best and probably the most used variable to measure effort intensity in high-performance cycling (JOBSON et al., 2009).

In cycling, time trials (TT) tests are commonly applied to determine the average power, also known as the Functional Threshold Power (FTP). The gold standard test for determining FTP is the 60-minute time trial (TT60) (COYLE et al., 1991; SITKO; CIRER-SASTRE; LÓPEZ-LAVAL, 2023). However, despite its relevance, the relatively long duration of this test limits its application (MACINNIS; THOMAS; PHILLIPS, 2018).

From this perspective, shorter time trials have been proposed for FTP assessment, such as the 20 (TT20) and 8 (TT8) minute time trials (ALLEN; COGAN, 2006; CARMICHAEL; RUTBERG, 2004). These shorter protocols allow the determination of FTP from the application of correction factors to the average power obtained, with FTP representing 95% and 90% of the values obtained in the 20 and 8-minute time trials, respectively (ALLEN; COGAN, 2006; CARMICHAEL; RUTBERG, 2004).

Several studies have assessed the use of the 20-minute time trial for different purposes (BORSZCZ; TRAMONTIN; COSTA, 2019; LILLO-BEVIÁ et al., 2019; MACINNIS; THOMAS; PHILLIPS, 2018), providing robust evidence regarding the utility and applicability of this protocol. As for the 8-minute time trial, proposed for the first time by Carmichael; Rutberg, (2004), the volume of studies is considerably smaller, such as the work of Gavin et al (2012) Kilka et al (2007)



Sanders et al (2020). In this scenario, there are important gaps to be filled, and it is necessary to increase the level of scientific evidence on this topic, thus supporting an evidence-based professional practice.

In this context, information on the validity of the 8-minute time trial protocol in determining FTP from the application of the correction factor (90% of the average power) remains unclear and should therefore be investigated. In addition, a shorter procedure that provides valid data represents a logistical and economic advantage for coaches and athletes (CURRELL; JEUKENDRUP, 2008; IMPELLIZZERI; MARCORA, 2009). Therefore, the present investigation aims to assess the validity of the 8-minute time trial test in mountain biking in a laboratory environment.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 SAMPLE

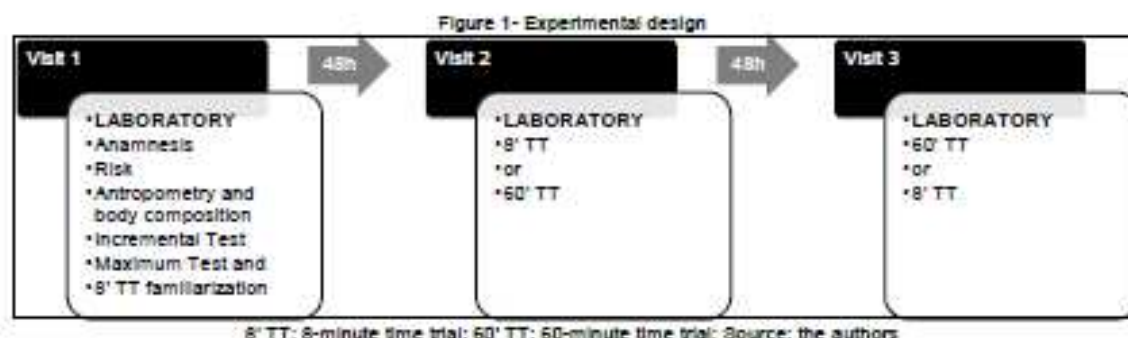
The study consisted of 9 subjects who met a set of inclusion and exclusion criteria, among which the following are highlighted: being male, presenting a negative physical activity readiness questionnaire (PAR-q), having low coronary risk assessed by the RISKQ questionnaire, practicing cycling at least three times a week, with a weekly duration of 5 hours, covering distances between 60 and 250 km per week for at least 12 months.

In accordance with the conditions presented, all participants signed a free and informed consent form, thus complying with the requirements of the Brazilian legislation for experiments with human beings (468/12).

All procedures were initiated after the project was approved by the Human Studies Ethics Committee of the Federal University of Viçosa (Opinion number: 4,841,775).

2.2 STUDY DESIGN

In order to test the validity of the 8-minute time trial in cycling, each volunteer participated in three assessment sessions, as illustrated in Figure 1.



We conducted the sessions in the morning shift, between 6 and 10 a.m., with a minimum interval of 48 hours between them.

During the first visit, we conducted an anamnesis and risk stratification using the physical activity readiness questionnaires (PAR-q) (ADAMS, 1999) and coronary risk table (MICHIGAN HEART ASSOCIATION, 1973). Additionally, we performed anthropometric measurements and assessed body composition, in addition to two protocols, one for determining ventilatory thresholds and the other for determining peak oxygen consumption (VO₂ peak). The remaining sessions focused on time trial assessments.

In all sessions, we instructed participants to follow their pre-competition routine (MACINNIS; THOMAS; PHILLIPS, 2018).

2.3 PROCEDURES

2.3.1 Anthropometric Profile and Body Composition

We measured body mass using a digital electronic scale with a capacity of 150 kilograms and a precision of 50g (Welmy, W200A, Brazil). We determined the subject's height using a millimeter stadiometer with a length of 2 meters and a scale of 0.5 cm (Welmy, W200A, Brazil). We assessed body composition using the skinfold method, where we applied the 3-fold protocol (pectoral, abdominal, and thigh) to measure body density (JACKSON; POLLOCK, 1978). Subsequently, we converted body density into fat percentage using the formula developed by Crab (SIRI, 1961).

2.4 INCREMENTAL PROTOCOL - THRESHOLDS

Each volunteer performed an incremental protocol on their own bicycle, using their sneakers, socks, shorts and shirt, which was coupled to a stationary Zcycle roller (*Smart ZPRO*), with the tires inflated to 30 psi, and the information related to power (W), heart rate (HR), cadence (RPM), speed (KM/h) and duration (minutes) was transmitted in real time via a screen by the *Golden Cheetah®* software.

This exercise protocol consisted of 10-minute warm-up (3' at 50w, 3' at 75w and 4' at 100w) with an average cadence of 60 (± 5) revolutions per minute (RPM), gradually shifting the rear derailleur toward the second cog by the final minute of the warm-up. After this period, with the gear positioned on the second cog, the load was adjusted to 125 W, for the beginning of the protocol. During the exercise, the load was increased by 25 watts every 3 minutes, maintaining an average cadence of 60 (± 5) RPM until the subject reached his anaerobic threshold (GAVIN et al., 2012). From then on, the volunteer entered an 8-minute active recovery period, with a 75 W load until reaching 120 bpm to then start the stage of determining the VO_2 peak. This stage began with the resistance set to 150 watts and had an increment of 25 W every minute, until voluntary exhaustion (KLIKA et al., 2007).

Throughout the procedure, we continuously measured VO_2 , pulmonary ventilation, and respiratory exchange ratio using the *Medgraphics BREEZESUITE CPX Ultima metabolic gas analyzer* (Medical Graphics Corporation, St. Paul, Minnesota, USA).

In order to characterize VO_2 peak, the volunteer should have at least three of the following characteristics: (1) Stabilization of oxygen consumption and/or (2) heart rate by increasing the load; (3) respiratory quotient greater than 1.10; (4) heart rate with a variation of ± 8 beats in relation to the maximum calculated using the equation proposed by Jones et al (1985); (5) Subjective perception of exertion greater than 17 (6 to 20 point scale) (DUNCAN; HOWLEY; JOHNSON, 1997).

We determined ventilatory thresholds 1 (VT1) and 2 (VT2) according to the following criteria: (1) VT1 from the increase in ventilatory oxygen equivalent (VL

$\dot{V}O_2$) and end-tidal oxygen pressure ($P_{et}O_2$), without concomitant increase in ventilatory carbon dioxide equivalent ($\dot{V}E / \dot{V}CO_2$); (2) VL2 from an increase in both ventilatory equivalents ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$ and $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$) and a decrease in end-tidal carbon dioxide pressure ($P_{et}CO_2$) (CAIOZZO et al., 1982; PALLARÉS et al., 2016).

We monitored heart rate using a Polar heart rate monitor (*model Polar H10 heart rate sensor*) and the values related to the heart rate were transmitted through a screen by the *Golden Cheetah® software*.

We determined maximal aerobic power (P_{max}) as the load (W) corresponding to the last load stage completed by the subject during the incremental protocol. If the last load stage was not completed, we calculated P_{max} according to Kuipers et al., (1985):

$$P_{max} = C_c + (t / 60 \cdot 25)$$

Where:

C_c is the last completed load (W), t is the time recorded at the incomplete load(s), and 25 is the value of the increment in watts.

We conducted all procedures with hydrated volunteers (urine density below 1020) and in a thermo-neutral environment (temperature 20 - 22°C, humidity 40 - 60%) (ACSM, 2018; MCDERMOTT et al., 2017).

2.5 8-MINUTE TIME TRIAL

We conducted the 8-minute time trial according to its original version. This consists of a 23-minute warm-up alternating between high and low intensities, followed by two 8-minute time trials, with an active 10-minute interval between the efforts, as described below.



2.6 PROTOCOL FOR THE 8-MINUTE TIME TRIAL (CARMICHAEL; RUTBERG, 2004):

Specific Warm-Up: 10 minutes of initial warm-ups at light to moderate intensity (85 to 75 rpm); 1 minute of fast pedaling (in a light gear, increase the cadence as high as you can, without leaving the saddle); 1 minute of easy spin recovery (in a light gear, reduce cadence to 75 rpm); 2 minutes of fast pedaling (cadence above 100 rpm); 1 minute of easy spin recovery (in a light gear, reduce cadence to 75 rpm); 1-minute power interval (maximum intensity interval of 90 to 95 rpm; gradually increase intensity over the first 30 seconds and maintain this effort level until the end of the interval); 2 minutes of easy spin recovery (in a light gear, reduce cadence to 75 rpm); 1-minute power interval; 4 minutes of easy spin recovery (85 to 75 rpm).

CR8 – 1: First stimulus of the 8-minute time trial.

Active Recovery: 10 minutes of active recovery at low cadence and light gear.

CR8 – 2: Second stimulus of the 8-minute time trial.

Warm down: 10 minutes of active recovery in low cadence and light gear.

After both efforts, we applied a correction factor to the highest observed power value, multiplying the result by 0.90 to determine the FTP (CARMICHAEL; RUTBERG, 2004).

For this procedure, we used a Zcycle (Smart ZPRO) stationary roller, equipped with its own power meter, with an accuracy of 3%, positioned with a 2% inclination. We transmitted the information related to the monitored variables through a screen by the *Golden Cheetah®* software.

We measured the average and maximum heart rate, average and maximum power (ALLEN; COGAN, 2008), distance covered, average speed, average cadence, and subjective perception of exertion (6-20).

During the experimental protocols, we concealed the measured variables from the subjects to avoid influencing their pacing strategy during its execution (MACINNIS; THOMAS; PHILLIPS, 2018).



2.7 60-MINUTE TIME TRIAL

In addition to the 8-minute time trial, each cyclist also performed a 60-minute time trial (COYLE et al., 1991) on their own bicycle and with the use of the same personal individual equipment (sneakers, socks and clothes) used in the previous experimental procedures, as described below.

Protocol for a 60-minute time trial (COYLE et al., 1991):

Specific warm-up: 10 minutes of warm-up at easy spin (~65 to 75 rpm) light to moderate intensity; 3 minutes of recovery at an easy pace (< 60 rpm).

CR60: Unique 60-minute time trial stimulus.

Warm down: 10 minutes of recovery at an easy pace (< 60 rpm).

For this time trial, we used the same equipment and procedures to measure the variables obtained in the 8-minute time trial.

2.8 STATISTICAL ANALYSIS

We tested the normality of the data using the Shapiro-Wilk test, and all of them presented normal distribution.

We verified the agreement between the 8-minute time trial and the 60-minute time trial stimuli using the intraclass correlation coefficient (ICC). For the interpretation of the correlation coefficient, we used the thresholds proposed by Hopkins et al (2009): <0.09 (trivial); 0.1 – 0.29 (small); 0.30 – 0.49 (moderate); 0.50 – 0.69 (large); 0.70 – 0.89 (very large); 0.90 – 0.99 (almost perfect); 1 (perfect).

In addition to the ICC, we also assessed the validity between the procedures using Bland-Altman plots with their respective mean data and standard deviation (BLAND; ALTMAN, 1986). We performed a statistical complement to the Bland-Altman plots through linear regression analysis to check for the presence of a proportion bias.

We compared the mean of the variables analyzed in each of the stimuli of the 8-minute time trial and the 60-minute time trial using repeated measures

analysis of variance (ANOVA) with Sidak post-hoc analysis conducted at moments when statistically significant differences were identified.

We adopted a significance level of 5% for all statistical procedures, and we conducted them using the SPSS software, version 23 (Version 23, IBM 216 Corp., Armonk, NY, USA).

3 RESULTS

9 experienced and well-trained mountain bike cyclists with competition experience participated in this study, as indicated in the data presented in Table 1.

Table 1 - Characteristics of the sample of mountain bike cyclists. (n=9)

Variable	Mean ± Standard Deviation
Age (years)	25.46 ± 7.49
Body Mass (kg)	74.71 ± 14.74
Height (meters)	1.74 ± 0.08
Body Mass Index	24.59 ± 3.65
Body Fat Percentage	15.78 ± 5.75
Practice time (years)	8.22 ± 4.24
Competitions per year	8.22 ± 5.72
Weekly training hours	11.33 ± 4.09
Weekly training days	5.44 ± 1.24
Weekly training mileage	223.89 ± 113.13
VL1	32.16 ± 5.98
VL2	46.00 ± 6.85
VO ₂ peak	53.66 ± 7.92
PO to VL1	193.78 ± 31.56
PO to VL2	301.44 ± 32.22
PO Peak	364.59 ± 41.40
HR to VL1	145 ± 14.75
HR to VL2	179 ± 5.79
Peak HR	192 ± 5.89
Parq	%
Positive	0
Negative	100

VL: ventilatory threshold; PO: aerobic power; HR: heart rate. source: the authors

Regarding the validity of the 8-minute time trial, it is evident that both 8-minute stimuli presented numerous variables with considerable agreement with the reference test, as shown in Table 2.

Table 2- Validity of the 8-minute time trial. (n=9)

	8TT-1		80-TT		ICC (96%CI)	8TT-2		80-TT		ICC (96%CI)
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
Speed (Km/h)	24.67	1.18	21.69	1.99	0.221 (-0.254; 0.710)	23.54	1.11	21.69	1.99	0.483 (-0.324; 0.863)
Cadence (rpm)	90.55	2.50	88.00	1.50	0.451 (-0.332; 0.850)	90.00	2.35	88.00	1.50	0.566* (-0.317; 0.892)
Power(w)	222.66	26.34	175.44	30.26	0.373 (-0.240; 0.811)	205.89	23.98	175.44	30.26	0.611* (-0.285; 0.910)
FTP	200.40	23.70	175.44	30.26	0.554 (-0.334; 0.887)	185.30	21.58	175.44	30.26	0.792* (0.187; 0.952)
W/KG	2.76	0.60	2.45	0.70	0.889* (0.230; 0.978)	2.55	0.55	2.45	0.70	0.952* (0.803; 0.989)
W/KGLM	3.27	0.54	2.88	0.67	0.804* (-0.023; 0.958)	3.02	0.49	2.88	0.67	0.912* (0.642; 0.980)
Average HR	173	7.35	161	14.29	0.166 (-0.713; 0.746)	172.22	7.16	161	14.29	0.188 (-0.807; 0.754)
Average VO ₂	44.38	7.42	35.91	7.75	0.891* (0.189; 0.978)	42.45	8.24	35.91	7.75	0.781* (-0.223; 0.957)
VO ₂ Peak	48.90	7.97	43.50	9.73	0.723* (-0.052; 0.935)	47.23	9.28	43.50	9.73	0.882* (0.446; 0.974)

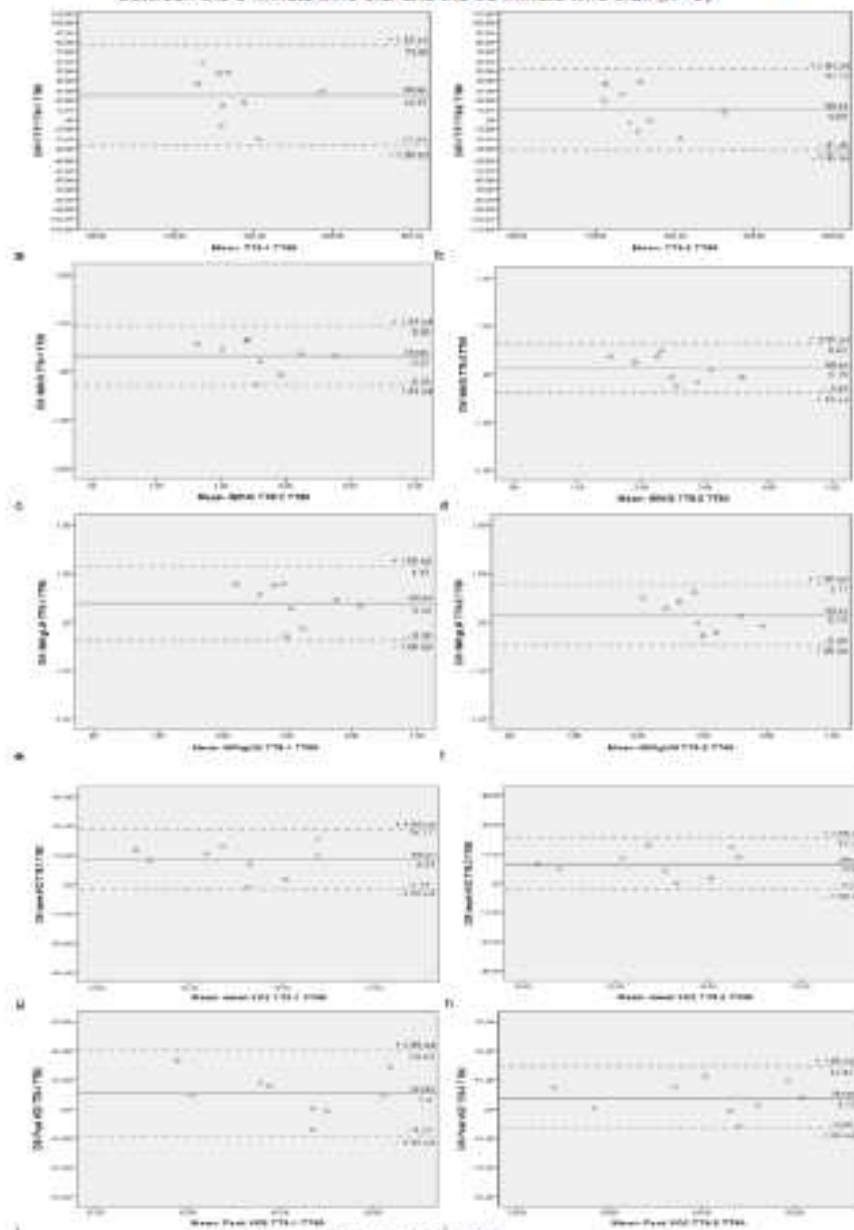
FTP: functional threshold power; W: watts; Kg: kg; LM: lean mass; HR: heart rate; VO₂: oxygen consumption. * variables in which there was agreement between the tests. source: the authors



Figure 2 shows the Bland-Altman plots of power and oxygen consumption for the comparison between the first 8-minute stimulus and the 60-minute TT and between the second 8-minute stimulus and the 60-minute TT. With the exception of FTP in the first 8-minute stimulus (A), all other variables showed agreement between the methods. In addition, none of the plots exhibited a proportion bias (a- $p=0.464$; b- $p=0.232$; c- $p=0.365$; d- $p=0.089$; e- $p=0.369$; f- $p=0.097$; g- $p=0.865$; h- $p=0.769$; i- $p=0.504$; j- $p=0.825$.)



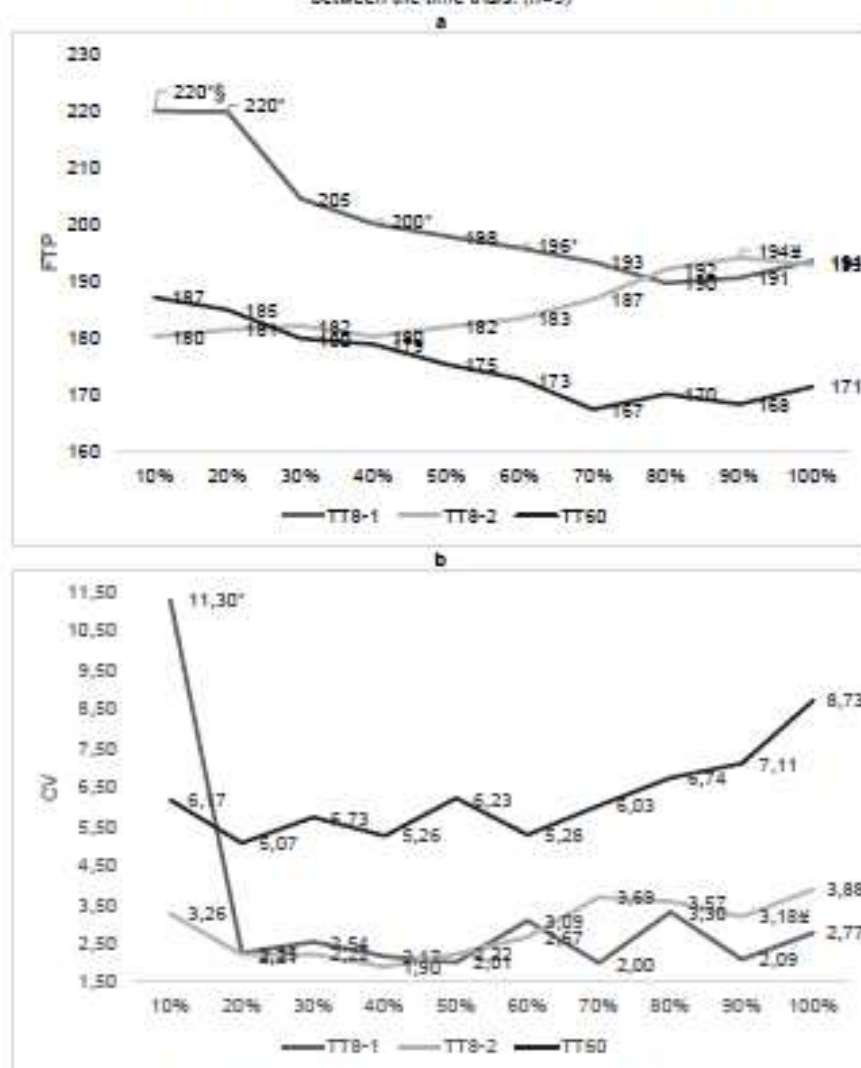
Figure 2- Bland-Altman comparison of FTP, W/KG, W/KGLM, average VO_2 and peak VO_2 between the 8-minute time trial and the 60-minute time trial. (n= 9)



Source: the authors

Figure 3 illustrates the comparison of the mean (A) FTP and (B) coefficient of variation of the FTP at each decile between each of the three stimuli (8TT-1, 8TT-2, 60TT) performed.

Figure 3 - Comparison of the means of the FTP and the coefficient of variation at each decile between the time trials. (n=8)





4 DISCUSSION

The present investigation aimed to assess the validity of the 8-minute time trial. Based on the data obtained, we found that there is indeed a high agreement between the proposed test (8TT) and the standard test (60TT) for a series of variables (FTP, W/Kg, W/KgLM, mean Vo_2 and peak Vo_2). In addition to this finding, we observed that throughout the tests there is a similarity in the behavior of FTP, as well as a similarity in the variability of this indicator.

In cycling, the use of time trial tests to determine physiological training variables is commonplace (BORSZCZ; TRAMONTIN; COSTA, 2016; LILLO-BEVIÁ et al., 2019; SANDERS et al., 2020; VALENZUELA et al., 2018). One of the most accurate and efficient variables for training cyclists is power. One of the first tests to be proposed for the determination of this variable was the 60-minute time trial. Despite its wide use to this day, many other tests have emerged as an alternative to this protocol, such as the 8 and 20 minute time trial (ALLEN; COGAN, 2006; CARMICHAEL; RUTBERG, 2004; MACINNIS; THOMAS; PHILLIPS, 2018).

Among our results, we call attention to the agreement between the data obtained in the second stimulus of the 8TT and those obtained in the 60TT for the FTP (ICC: 0.792, $p= 0.016$). These values suggest a strong agreement between the procedures, which is corroborated by the arrangement of the values based on the Bland-Altman plot in Figure 2-B, without proportion bias ($p= 0.232$).

Still on FTP, another analysis performed in this investigation that strengthens the agreement between 8TT and 60TT was the FTP behavior and its respective coefficient of variation throughout the tests, analyzing each decile (Figure 3). In the comparison between the first 8-minute stimulus and the 60TT, a series of divergent deciles (1st, 2nd, 4th and 6th) is evidenced. On the other hand, regarding the comparison of the second 8-minute stimulus with the 60TT, there is a greater agreement of the data obtained, where a statistical difference between the means was identified only in the penultimate decile. Concerning the coefficient of variation, it is evident that the percentage of 60TT presents a greater variability in each decile if compared to both 8TT stimuli. However, we identified

statistical differences only in the first (8TT-1 vs 60TT) and in the penultimate (TT8-2 vs TT60) deciles.

Another power-related variable in which the data were interestingly presented was power relative to body mass (W/kg). In mountain biking, this variable is extremely important for successful sports performance, since body mass is a variable that influences performance (LEE et al., 2002).

When analyzing the agreement of power relative to body mass (W/Kg) between each 8TT stimulus with 60TT, we found a very strong or almost perfect agreement (8TT-1 vs 60TT- ICC: 0.889, $p < 0.001$; 8TT-2 vs 60TT- ICC: 0.952, $p < 0.001$). We also observed similar results when analyzing the power relative to lean mass between each stimulus of the 8TT and the 60TT, also with a very strong or almost perfect agreement (8TT-1 vs 60TT- ICC: 0.804, $p = 0.003$; 8TT-2 vs 60TT- ICC: 0.912, $p = 0.001$). These results are further reinforced by the arrangement of all volunteers within the range of the mean difference of the tests \pm two standard deviations in the Bland-Altman figure 2C, 2D, 2E and 2F, without proportion bias ($p = 0.395$; $p = 0.089$; $p = 0.369$; $p = 0.097$).

A relevant issue to be mentioned is the fact that the original 8TT protocol suggests the use of the highest result observed between the two stimuli performed as a parameter for prescription, which is usually obtained in the first 8TT stimulus (CARMICHAEL; RUTBERG, 2004). The findings of the present study corroborate the hypothesis that the highest result was obtained in the first stimulus, reinforcing the functional classification of our volunteers as trained individuals. However, it contradicts the initial suggestion of using the greatest stimulus as a parameter, since the best agreement values for the power and VO_2 peak variables were identified in the second 8TT stimulus. This fact is important, since this choice proposed by the greatest stimulus was based on the authors' perception based on their experiences in the training of cyclists, and as far as it was possible to verify, no scientific evidence was found to prove or refute this established. Thus, this study is a pioneer in verifying that the second stimulus presented better agreement with the gold standard used until then.

In addition to power-related data, in the context of mountain biking, other variables are equally relevant when considering the physiological characteristics of the races. One of these is oxygen consumption (ACSM, 2018).

In the present investigation, we analyzed two variables related to oxygen consumption: mean VO_2 and peak VO_2 . Regarding the mean VO_2 , it is possible to observe a very strong agreement between the time trials (8TT-1 vs 60TT- ICC: 0.891, $p < 0.001$; 8TT-2 vs 60TT- ICC: 0.781, $p = 0.001$), with emphasis on the data from the first 8-minute stimulus with the 60TT. We observed the same level of agreement when analyzing the peak VO_2 , i.e., a very strong degree of agreement between the protocols (8TT-1 vs 60TT- ICC: 0.723, $p = 0.021$; 8TT-2 vs 60TT- ICC: 0.882, $p = 0.001$), but, with the data for the second 8-minute stimulus stronger.

This higher agreement of the first 8-minute stimulus for mean oxygen consumption may be explained by the fact that the mean of this variable was closer to the second ventilatory threshold (8TT-1: 44.38 ± 7.42 , 8TT-2: 42.45 ± 8.24 , VT2: 46.00 ± 6.85). The same condition seems to justify the fact that the second 8-minute time trial presented a greater agreement for the VO_2 peak, since in the second stimulus a value closer to the values obtained also in the second ventilatory threshold was observed (8TT-1: 48.90 ± 7.97 , 8TT-2: 47.23 ± 9.28 , VT2: 46.00 ± 6.85). In this scenario, for both mean VO_2 and peak VO_2 , the performance that was closest to the mean value of the second ventilatory threshold was the one that presented the best agreement. These data corroborate the study of Gavin et al., (2012), where the author found that the 8-minute time trial occurs at the intensity relative to the second metabolic threshold.

Again, in addition to the very strong level of agreement of these variables between 8TT and 60TT observed by the intraclass correlation coefficient, Bland-Altman plots (E, F, G, and H) in figure 2 reinforce the validity, especially of the second 8TT stimulus compared to the gold standard procedure, since all volunteers were within the mean difference of the tests \pm two standard deviations without proportion bias ($p = 0.865$; $p = 0.769$; $p = 0.504$; $p = 0.825$).



Differently from the variables related to power and oxygen consumption, some variables, such as average speed, average cadence, and average heart rate, showed poor agreement or no agreement between procedures. These results are expected since the pace and strategy adopted tend to vary according to the duration of the time trials, and there is no correction factor for these variables.

In view of these results, the prescription of training based on heart rate, despite being widely used and widespread, in the mountain biking environment did not prove to be a reliable strategy in the recruited sample.

The present investigation, despite its relevance and novelty, has some limitations, initially highlighting the small number of volunteers, which occurred due to logistical issues that prevented the continuity of data collection. In addition, another possible limitation was the validation of the protocols only in a laboratory environment. However, as there is no information about the validity of 8TT, testing this protocol in a controlled environment, such as the laboratory one, presents promising and reliable results, allowing us to suggest studies that seek to test the validation of 8TT in a field environment or in a velodrome, expanding its ecological validity and applicability.

5 CONCLUSION

In view of the results, we are able to conclude that the 8-minute time trial is a valid test for determining physiological variables for the training of mountain bike cyclists. In addition, the second 8TT stimulus presented lower mean values for the variables of power and oxygen consumption tested, but, they showed greater robustness compared to the gold standard, differently from the original recommendation of the protocol.

Finally, it is important to mention that the choice of the highest stimulus obtained in the 8TT is based on the perception of the authors who proposed the test, based on the daily training of cyclists, and there is no proof or refutation of this established in the scientific environment, and therefore our study is the first

to establish this relationship, indicating that the second stimulus seems to be the best to be used.



REFERENCES

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS IN MEDICINE. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 10. ed. Rio de Janeiro: Kogan, 2018.
- ADAMS, R. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, v. 45, p. 992,995,1004-1005, abr. 1999.
- ALLEN, H.; COGAN, A. *Training and racing with a power meter*. 1. ed. Boulder: VeloPress, 2006.
- BLAND, J.; ALTMAN, D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, v. 1, n. 8476, p. 307-310, 1986.
- BORSZCZ, F. K.; TRAMONTIN, A. F.; COSTA, V. P. Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained Cyclists? *International journal of sports physiology and performance*, v. 14, n. 8, p. 1029-1035, set. 2019.
- CAIOZZO, V. J. et al. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, v. 53, n. 5, p. 1184-1189, nov. 1982.
- CARMICHAEL, C.; RUTBERG, J. *The Ultimate Ride: Get Fit, Get Fast, and Start Winning with the World's Top Cycling Coach*. 1. ed. New York: Berkley Publishing Group, 2004.
- COYLE, E. F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 23, n. 1, p. 93-107, jan. 1991.
- CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, v. 38, n. 4, p. 297-316, 2008.
- DUNCAN, G. E.; HOWLEY, E. T.; JOHNSON, B. N. Applicability of VO₂max criteria: discontinuous versus continuous protocols. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 29, n. 2, p. 273-278, fev. 1997.
- GAVIN, T. P. et al. Comparison of a field-based test to estimate functional threshold power and power output at lactate threshold. *Journal of strength and conditioning research*, v. 26, n. 2, p. 416-421, fev. 2012.
- 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.
- IMPELLIZZERI, F. M. et al. Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *British journal of*



sports medicine, v. 39, n. 10, p. 747–751, out. 2005.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. The physiology of mountain biking. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, v. 37, n. 1, p. 59–71, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. *International journal of sports physiology and performance*, v. 4, n. 2, p. 269–277, jun. 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

JEUKENDRUP, A. E.; CRAIG, N. P.; HAWLEY, J. A. The bioenergetics of World Class Cycling. *Journal of science and medicine in sport*, v. 3, n. 4, p. 414–433, dez. 2000.

JOBSON, S. A. et al. The analysis and utilization of cycling training data. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, v. 39, n. 10, p. 833–844, 2009.

JONES, N. L. et al. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *The American review of respiratory disease*, v. 131, n. 5, p. 700–708, maio 1985.

KLIKA, R. J. et al. Efficacy of cycling training based on a power field test. *Journal of strength and conditioning research*, v. 21, n. 1, p. 265–269, fev. 2007.

KUIPERS, H. et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *International journal of sports medicine*, v. 6, n. 4, p. 197–201, ago. 1985.

LEE, H. et al. Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. *Journal of Sports Sciences*, v. 20, p. 1001–1008, 2002.

LILLO-BEVIÁ, J. R. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Metric to Estimate the Maximal Lactate Steady State in Cyclists? *Journal of strength and conditioning research*, v. 36, n. 1, p. 1–7, nov. 2019.

MACINNIS, M. J.; THOMAS, A. C. Q.; PHILLIPS, S. M. The Reliability of 4-min and 20-min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. *International journal of sports physiology and performance*, v. 14, n. 1, p. 38–45, maio 2018.

MCDERMOTT, B. P. et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. *Journal of athletic training*, v. 52, n. 9, p. 877–895, set. 2017.

MICHIGAN HEART ASSOCIATION, M. Risko. *The Lancet*, v. 2, n. 7823, p. 243–244, 1973.



PALLARÉS, J. G. et al. Validity and Reliability of Ventilatory and Blood Lactate Thresholds in Well-Trained Cyclists. *PloS one*, v. 11, n. 9, p. 1–16, 2016.

SANDERS, D. et al. A Field-Based Cycling Test to Assess Predictors of Endurance Performance and Establishing Training Zones. *Journal of strength and conditioning research*, v. 34, n. 12, p. 3482–3488, dez. 2020.

SIRI, W. E. Body composition from fluid paces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHEL, A. *Techniques for measuring body composition*. Washington, National Academy of Science, 1961

SITKO, S.; CIRER-SASTRE, R.; LÓPEZ-LAVAL, I. An Update Of The Allen & Coggan Equation To Predict 60-Min Power Output In Cyclists Of Different Performance Levels. *International journal of sports medicine*, out. 2023.

UNION CYCLISTE INTERNTIONAL (UCI). *Annual Report*, Aigle, 01 jun. 2020. Acesso: 25 set. 2022. Online. Disponível em: <https://www.uci.org/news/2020/the-uci-publishes-its-2019-annual-report>

VALENZUELA, P. L. et al. Is the Functional Threshold Power a Valid Surrogate of the Lactate Threshold? *International journal of sports physiology and performance*, v. 13, n. 10, p. 1293–1298, nov. 201