

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
MOVIMENTO HUMANO**

Caracterização do perfil da potência e relação entre força muscular
inspiratória com variáveis de desempenho em ciclistas recreacionais

Onezímio Gregório da Silva
2024

TESE DE DOUTORADO

ONEZÍMO GREGÓRIO DA SILVA

**Caracterização do perfil da potência e relação
entre força muscular inspiratória com
variáveis de desempenho em ciclistas
recreacionais**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Doutor em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Marlene Aparecida Moreno

PIRACICABA
2024

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Michelle Cristina de Oliveira - CRB-8/10810.

| | |
|-------|--|
| S586c | <p>Silva, Onezímio Gregório da Caracterização do perfil da potência e relação entre força muscular inspiratória com variáveis de desempenho em ciclistas recreacionais / Onezímio Gregório da Silva - 2024. 101 f.; 30 cm.</p> <p>Orientador (a): Profa. Dra. Marlene Aparecida Moreno. Tese (Doutorado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Piracicaba, 2024.</p> <p>1. Ciclismo. 2. Perfil de potência. 3. Força muscular respiratória. 4. Performance I. Silva, Onezímio Gregório da. II. Título.</p> <p>CDD – 796.6</p> |
|-------|--|

DEDICATÓRIA

Toda a minha família, irmãos, sobrinhos e agregados,
especialmente para minha mãe
Dona Carmelita Pires da Silva (TE AMO).
In memoriam dos que não estão
fisicamente presentes, mas sempre na memória e momentos de vitórias.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Marlene Aparecida Moreno que me orientou ao longo desta jornada e aos demais professores do PPG-CMH que contribuíram de forma ímpar com todos os conhecimentos repassados, aos quais devo meu crescimento profissional.

Aos agora professores, Ma. Mila Rodrigues, Ma. Daniela Jesus e Prof. Thales Almeida, que contribuíram de maneira ímpar durante todas as coletas essenciais para essa conclusão.

Os amigos Dr. Breno Neiva, Dr. Valfredo e Dra. Célia Dórea, Dr. Douglas Telles, que prestaram grande apoio e incentivo nesta (mais uma e não a última) etapa de formação.

Ao amigo de mestrado e doutorado, Dr. Luiz Felipe, companheiro de trabalhos e incentivador de artigos.

As demais pessoas que de alguma maneira contribuíram e me apoiaram em todos os aspectos desta caminhada e especialmente os voluntários que tornaram esta pesquisa publicável, doando dados (sem eles não seria possível).

A Capes/Prosuc pela concessão da bolsa.

O melhor preditor do desempenho é o próprio desempenho
Hunter Allen & Andrew Coggan

RESUMO

Introdução: A avaliação do perfil da potência (*PP*) é um importante meio de avaliação das variáveis relacionadas ao desempenho (VRD) e mesmo com diversos estudos publicados sobre o tema, as possíveis correlações entre pressão inspiratória máxima (*PI_{max}*) e distâncias alcançadas por ciclistas ainda são pouco exploradas. **Objetivos:** com aplicação de um *Functional Threshold Power (FTP)* e os registros das variáveis relacionadas a potência (normalizada - *NP[®]*; máxima – *MP*; média máxima - *MMP*), distância e *PI_{max}* obtidas (*PI_{max}_{obt}* pré e pós), caracterizar o *PP* e comparar e correlacionar os resultados entre dois grupos de ciclistas recreacionais. **Materiais e métodos:** Estudo experimental e transversal conduzido com 28 homens (40,78±8,02 anos; 74,44±12,24 kg; 171,32±6,24 cm e tempo de prática de 7,46±7,30 anos) organizados em dois grupos organizados através dos valores de *PI_{max}*, sendo (G1) valores abaixo e (G2) valores acima dos previstos através da equação de *Netter et al (1999)*. Nos registros adotamos, para a avaliação da força muscular inspiratória (FMI) as medidas da *PI_{max}* utilizando-se um manovacuômetro digital (*MVD 300, GlobalMed[®]*). Nas avaliações relacionadas a potência produzidas no teste *FTP*, utilizamos um medidor de potência da marca *PowerTap* com sistema de transmissão via *ANT+[®]/Bluetooth* e os registros foram captados por um ciclocomputador *Garmin* modelo *Edge[®]1000*. **Resultados:** Quanto a caracterização dos grupos, os achados mostraram superioridade significativa, nos registros de *PI_{max}_{obt}* e tempo de treino diário em horas no G2. Também foram significativas e positivas as diferenças em favor do G2 quando comparadas, as distâncias finais obtidas e os valores de *NP[®]*, *MP* e *MMP*, tanto na etapa de aquecimento, bem como nos valores registrados ao final do *FTP*. Considerando os registros de *PI_{max}_{obt}* pré, também se registrou correlações positivas com as distâncias finais percorridas e com os resultados de *NP[®]*, *MP* e *MMP*. Nos valores registrados de *PI_{max}_{obt}* pós, também identificamos correlações com os registros de distância final obtida e *MMP*. As análises entre as distâncias finais obtidas e os resultados das variáveis *NP[®]*, *MP* e *MMP*, também apresentaram correlações significantes e positivas, tanto quanto comparadas ao aquecimento bem como, ao final do protocolo. **Conclusão:** Apesar dos valores insignificantes registrados no *PP*, quando se trata de ciclistas recreacionais as *PI_{max}_{obt}* pré, *PI_{max}_{obt}* pós e distâncias finais obtidas exercem influência sobre os resultados das potências *NP[®]*, *MP*, *MMP* e diretamente sobre o desempenho final obtido no *FTP*. Através dos resultados identificados nas correlações e coeficientes de determinação, especialmente entre os valores da *PI_{max}* e distância vs. *NP[®]*, *MP* e *MMP* finais, fica evidenciada a importância de se obter maiores valores de *PI_{max}* quando se almeja maiores e melhores desempenhos em eventos em que as distâncias serão determinantes finais para o desempenho, como provas de maratonas ciclísticas ou provas com diversas etapas.

Palavras-chave: ciclismo; performance; perfil de potência; força muscular respiratória

ABSTRACT

Introduction: The evaluation of the power profile (PP) is an important means of evaluating performance-related variables (PRV) and even with several studies published on the subject, the possible correlations between maximal inspiratory pressure (MIP) and distances achieved by cyclists are still little explored.

Objectives: with the application of a Functional Threshold Power (FTP) and the records of the variables related to power (normalized - NP[®]; maximum - MP; maximum mean - MMP), distance and MIP obtained (pre and post MIP), to characterize the PP and to compare and correlate the results between two groups of recreational cyclists.

Materials and methods: Experimental and cross-sectional study conducted with 28 men (40,78±8.02 years; 74,44±12.24 kg; 171,32±6,24 cm and practice time of 7,46±7.30 years) organized into two groups organized according to MIP values, with (G1) values below and (G2) values above those predicted by the Netter et al equation (1999). In the recordings, we adopted MIP measurements using a digital manometer (MVD 300, GlobalMed[®]) for the assessment of inspiratory muscle strength (FMI). In the power-related evaluations produced in the FTP test, we used a PowerTap power meter with a transmission system via ANT+[®]/Bluetooth and the records were captured by a Garmin Edge 1000[®] bike computer.

Results: Regarding the characterization of the groups, the findings showed significant superiority in the records of MIP_{obt} and daily training time in hours in G2. The differences in favor of G2 were also significant and positive when compared, the final distances obtained and the values of NP[®], MP and MMP, both in the warm-up stage as well as in the values recorded at the end of the FTP. Considering the pre-MIP_{obt} records, positive correlations were also recorded with the final distances covered and with the results of NP[®], MP and MMP. In the recorded values of post-MIP_{obt}, we also identified correlations with the records of final distance obtained and MMP. The analyses between the final distances obtained and the results of the variables NP[®], MP and MMP also showed significant and positive correlations, both when compared to the warm-up as well as to the end of the protocol.

Conclusion: Despite the insignificant values recorded in the PP, when it comes to recreational cyclists, the pre-MIP_{obt}, post-MIP_{obt} and final distances obtained exert an influence on the results of the NP[®], MP, MMP powers and directly on the final performance obtained in the FTP. Through the results identified in the correlations and coefficients of determination, especially between the values of MIP and distance vs. NP, MP and final MMP[®], it is evidenced the importance of obtaining higher values of MIP when aiming for higher and better performances in events in which distances will be the final determinant for performance, such as cycling marathons or races with several stages.

Keywords: cycling; performance; power profile; Respiratory muscle strength

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – <i>PM PWT</i> | 49 |
| Figura 2 – Conjunto (<i>PM PWT</i> / cassete / roda) e sensor de velocidade..... | 49 |
| Figura 3 – Mudança de status dos sensores no <i>display Garmin Edge® 1000</i> | 51 |
| Figura 4 – Etapas de acesso ao protocolo <i>FTP</i> no <i>display Garmin Edge® 1000</i> .. | 52 |
| Figura 5 – Configuração e estimativa do <i>FTP</i> no <i>display Garmin Edge® 1000</i> | 53 |
| Figura 6 – Etapas do protocolo <i>FTP</i> no <i>display Garmin Edge® 1000</i> | 54 |
| Figura 7 – Etapas e informações possíveis no <i>display Garmin Edge® 1000</i> | 55 |
| Figura 8 – Processo de finalização e registros no <i>display Garmin Edge® 1000</i> | 55 |

LISTA DE IMAGENS

| | |
|--|----|
| Imagem 1 – Relação das vantagens e desvantagens do <i>PM PWT</i> | 33 |
| Imagem 2 – Representação da fórmula para identificação da <i>NP</i> [®] | 42 |
| Imagem 3 – Fluxograma do estudo | 45 |
| Imagem 4 – Etapa de identificação do <i>PP</i> | 56 |
| Imagem 5 – Etapas de identificação para classificação do <i>PP</i> | 57 |
| Imagem 6 – Possibilidade de identificação para classificação do <i>PP</i> | 58 |
| Imagem 7 – Esboço de planilha construída no programa <i>Microsoft Excel</i> [®] | 58 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Métodos de construção, marcas e fabricantes de <i>PM</i> | 30 |
| Quadro 2 – Validade e reprodutibilidade dos medidores de potência | 31 |
| Quadro 3 – Comparação entre as características dos medidores de potência | 32 |
| Quadro 4 – Métodos para identificação do <i>FTP</i> | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Classificação do <i>PP</i> através dos valores em $W \cdot \text{kg}^{-1}$ das <i>MP</i> produzidas | 37 |
| Tabela 2 – Caracterização dos voluntários. (Valores em média e DP) | 60 |
| Tabela 3 – Resultados de <i>W</i> 5 s, <i>W</i> 1 min, <i>W</i> 5 min, <i>FTP</i> e classificações do <i>PP</i> . (Valores em média e DP)..... | 61 |
| Tabela 4 – Comparação entre as distâncias obtidas no Teste <i>FTP</i> nos grupos estudados. (Valores em média e DP)..... | 61 |
| Tabela 5 – Valores registrados de <i>NP</i> [®] no aquecimento e no final do protocolo <i>FTP</i> , nos grupos estudados. (Valores em média e DP) | 61 |
| Tabela 6 – Valores registrados de <i>MP</i> no aquecimento e no final do protocolo <i>FTP</i> . (Valores em média e DP). | 62 |
| Tabela 7 – Valores registrados de <i>MMP</i> no aquecimento e no final do protocolo <i>FTP</i> . (Valores em média e DP). | 62 |
| Tabela 8 – Correlações entre $Pl_{\text{max}}_{\text{obt pré}}$, distância, <i>NP</i> [®] , <i>MP</i> e <i>MMP</i> registradas no aquecimento do protocolo <i>FTP</i> | 62 |
| Tabela 9 – Correlações entre $Pl_{\text{max}}_{\text{obt pós}}$ e as variáveis distância, <i>NP</i> [®] , <i>MP</i> e <i>MMP</i> registradas no final do protocolo <i>FTP</i> | 63 |
| Tabela 10 – Correlações entre distância final obtida e as variáveis <i>NP</i> [®] , <i>MP</i> e <i>MMP</i> registradas no aquecimento e no final do protocolo <i>FTP</i> | 63 |

ABREVIATURAS

| | |
|-----------------------|--|
| C | do inglês, <i>Cadence</i> (Cadência) |
| cat. | categoria (s) |
| CC | do inglês, <i>Cycle computers</i> (ciclocomputador) |
| CV | Coeficiente de variação (expressa a variabilidade dos dados) |
| ed. | edição |
| etc. | do latim, <i>et cetera</i> ("e outras coisas", "e assim por diante") |
| GHz | do inglês, <i>Gigahertz</i> (<i>Giga</i> = 1 bilhão de vezes e <i>hertz</i> = por s) |
| GPS | do inglês, <i>Global Positioning System</i> (<i>Sistema de Posicionamento Global</i>) |
| Hz | do inglês, <i>Hertz</i> (forma abreviada de frequência ou n de vezes por s) |
| IF[®] | do inglês, <i>Intensity Factor</i> (Fator de Intensidade) |
| IL | do inglês, <i>State of Illinois</i> (Estado de Illinois) |
| in. | do inglês, <i>inch</i> (<i>e</i>) (polegada ou polegadas) |
| Inc. | do inglês, <i>Incorporated</i> (<i>corporação</i>) |
| LT | do inglês, <i>Lactate Threshold</i> (limiar de lactato) |
| Ltd | do inglês, <i>Limited</i> (Limitada) |
| m | metro |
| Mac. | <i>Macintosh</i> |
| MacOS | do inglês, <i>Macintosh Operation System</i> (sistema operacional <i>Macintosh</i>) |
| MacOSX | do inglês, <i>Macintosh Operation System X</i> (sistema operacional <i>Macintosh X</i>) |
| max | máxima (o) |
| MHz | do inglês, <i>Megahertz</i> (<i>Mega</i> = 1 milhão de vezes e <i>hertz</i> = por s) |
| MMP | do inglês, <i>Maximal Mean Power</i> (Potência Média Máxima) |
| mod. | modelo |
| MP | do inglês, <i>Max Power</i> (Potência Máxima) |
| n. | número |
| NP[®] | do inglês, <i>Normalized Power</i> (Potência Normalizada) |
| OSM | do inglês, <i>Open Street Map</i> (sistema aberto de mapeamento) |
| PM | do inglês, <i>Power Meters</i> (Medidor de Potência) |

| | |
|---------------|--|
| PP | do inglês, <i>Power Profile</i> (Perfil da Potência) |
| PR | Pressões Respiratórias |
| rpm | rotações por minuto |
| S.A. | Sociedade Anônima |
| TMR | Treinamento Muscular Respiratório |
| U.S.A. | do inglês, <i>United States of América</i> (Estados Unidos da América) |
| v. | versão e/ou volume |
| VCT | <i>Garmin Vector™</i> |
| vs. | do latim, <i>versus</i> (confronto, oposição) |
| 1.º | primeiro |
| 2.º | segundo |
| 3.º | terceiro |

SIGLAS

| | |
|--|---|
| ANT+ [®] | do inglês, <i>Advanced and Adaptive Network Technology</i> (Tecnologia de rede avançada e adaptável) |
| A.H.A. | American Heart Association |
| BPM | batimentos por minuto |
| USAC | do inglês, <i>U.S.A. Cycling</i> (Federação de ciclismo dos Estados Unidos) |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| FIT | arquivo de dados <i>GIS</i> em dispositivos <i>Garmin GPS</i> e <i>software Garmin</i> |
| GIS | tecnologia que permite a análise e visualização de dados geográficos |
| HR | do inglês, <i>Heart Rate</i> (Frequência Cardíaca) |
| IMC | Índice de Massa Corporal expresso em kg/m ² |
| LCD | do inglês, <i>Liquid Crystal Display</i> (<i>Display</i> de Cristal Líquido) |
| LED | do inglês, <i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz) |
| LLC | do inglês, <i>Limited Liability Company</i> (Sociedade Limitada) |
| MTB | <i>Mountain Bike</i> |
| MVD | Manovacuômetro Digital |
| PAR-Q | Pre-activity readiness questionnaire (Questionário de Prontidão para Atividade Física) |
| psi | do inglês, <i>pound force per square inch</i> (libra por polegada quadrada) |
| P.A.D. | Pressão Arterial Diastólica expressa em mm/Hg |
| P.A.S. | Pressão Arterial Sistólica expressa em mm/Hg |
| PI_{max} | Pressão Inspiratória máxima expressa em cmH ₂ O |
| PI_{max}_{prev} | Pressão Inspiratória máxima prevista expressa em cmH ₂ O |
| PI_{max}_{obt} | Pressão Inspiratória máxima obtida expressa em cmH ₂ O |
| PTour | equipes <i>Pro Tour</i> (geralmente disputam as principais provas regionais e as de menor destaque internacional) |
| PWT | <i>PowerTap</i> |
| SRM | <i>Schoberer Resistance Measurement</i> (Medidor de Resistência <i>Schoberer</i>) |
| STG | <i>Stages</i> (<i>Stages Cycling</i> empresa do ramo da tecnologia do ciclismo fabricante do <i>PM Stages</i>) |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |

| | |
|---------------|--|
| UNEB | Universidade do Estado da Bahia |
| UNIMEP | Universidade Metodista de Piracicaba |
| UK | do inglês, <i>United Kingdom</i> (Reino Unido) |
| VRD | Variáveis Relacionadas ao Desempenho |
| Wi-Fi | do inglês, <i>Wireless Fidelity</i> (Rede confiável sem fio) |
| WTour | equipes <i>World Tour</i> (disputam as principais provas internacionais) |

SÍMBOLOS

| | |
|--------------------------|---|
| () | parênteses (para enfatizar informação) |
| “ ” | aspas (para enfatizar informação) |
| W | do inglês, <i>Watts</i> (Potência) |
| Wr | potência relativa expressa em $W \cdot \text{kg}^{-1}$ |
| Wa | potência absoluta expressa em W |
| WKO+ | <i>software</i> de treinamento e análise para atletas e treinadores |
| % | dados numéricos proporcionais a cem |
| > | maior que |
| VO₂max | volume máximo de oxigênio |
| s | segundo (s) |
| / | barra (para indicar separação de informações) |
| min | minuto (s) |
| h | hora (s) |
| = | igual |
| r² | nível de determinação estatística |
| p | valor de p (probabilidade de) |
| < | menor que |
| - | travessão (para separar informações) |
| : | dois pontos |
| TM | do inglês, “ <i>trademark symbol</i> ” (Marca Registrada) |
| * | asterisco (para indicar notas informativas ou destacar o “valor de p ”) |
| V | para indicar afirmação ou sequência de categorias |
| X | para indicar negação e/ou algarismo romano |
| ~ | para indicar dúvida ou ausência de informação na tabela |
| ® | registrado |
| + | somatório e/ou do inglês, <i>plus</i> (mais) |
| ± | mais ou menos |
| ≅ | aproximadamente |
| g | grama (s) |
| - | subtração e/ou negativo |
| W·kg⁻¹ | <i>Watts</i> por quilograma de massa corporal (W relativizada) |

| | |
|-----------------------------|--|
| <i>P_i</i> | para indicar potência média flutuante para 30 s |
| <i>N</i> | para indicar número total de segmentos de tempo para calcular <i>NP</i> [®] |
| /h | por hora |
| Km | quilômetro (s) |
| km/h | quilômetro (s) por hora |
| cmH₂O | centímetros de água |
| x/sem | para indicar o número de vezes por semana |
| n | para indicar o número de indivíduos do estudo |
| cm | centímetro (s) |
| kg | quilograma (s) |
| × | multiplicação |
| mm | milímetro (s) |
| °C | grau (s) centígrado (s) |
| mm/Hg | milímetro (s) de mercúrio |
| <i>IBM</i> | <i>software</i> para análise estatística |
| kg/m² | quilograma (s) por metro quadrado |
| h/sem | hora (s) por semana |
| \bar{X} | média aritmética da amostra |
| <i>S</i> | desvio padrão |
| ≥ | maior ou igual |
| x/ano | para indicar o número de vezes ao ano |
| kJ.kg⁻¹ | <i>quilojoules</i> (1 Joule equivale a energia necessária para mover a massa de 1 Newton, ± 100 g/m) |
| km/sem | para indicar a quilômetragem por semana |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 20 |
| 2 | OBJETIVOS | 27 |
| 3 | PESQUISA BIBLIOGRÁFICA | 28 |
| 3.1 | DOS CICLIORGÔMETROS AOS MEDIDORES DE POTÊNCIA..... | 28 |
| 3.2 | TIPOS E CARACTERÍSTICAS DOS <i>PM</i> | 29 |
| 3.3 | CARACTERÍSTICAS E FUNCIONAMENTO DO <i>PWT</i> | 33 |
| 3.4 | UTILIZAÇÃO DE PROTOCOLOS EM AMBIENTE LABORATORIAL | 34 |
| 3.5 | <i>FTP</i> : O QUE É, IMPORTÂNCIA E METODOLOGIAS UTILIZADAS | 35 |
| 3.6 | CICLOCOMPUTADORES E PROTOCOLO <i>ANT+</i> [®] | 39 |
| 3.7 | PERFIL DA POTÊNCIA E VARIÁVEIS ASSOCIADAS AO <i>FTP</i> | 40 |
| 3.7.1 | Potências Máxima e Potência Média Máxima | 41 |
| 3.7.2 | Potência Normalizada | 42 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 43 |
| 4.1 | TIPO DE PESQUISA..... | 43 |
| 4.2 | AMOSTRAGEM..... | 43 |
| 4.2.1 | Crítérios para participação ou exclusão | 44 |
| 4.3 | PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS | 46 |
| 4.3.1 | Instrumentos e procedimentos para avaliação da estatura | 46 |
| 4.3.2 | Instrumento e procedimentos para avaliação da massa corporal | 47 |
| 4.3.3 | Instrumentos e procedimentos de identificação e coletas das PRM .. | 48 |
| 4.3.4 | Instrumentos e procedimentos para registros do <i>PP</i> | 49 |
| 4.3.5 | Metodologia e duração do <i>FTP</i> | 52 |
| 4.3.6 | Metodologia de classificação do <i>PP</i> | 56 |
| 4.4 | TRATAMENTOS DOS DADOS | 59 |

| | | |
|----------|---------------------------------|------------|
| 5 | RESULTADOS..... | 60 |
| 6 | DISCUSSÃO..... | 64 |
| 7 | CONCLUSÕES..... | 72 |
| | APLICAÇÕES PRÁTICAS..... | 73 |
| | REFERÊNCIAS..... | 74 |
| | ANEXO..... | 102 |

1 INTRODUÇÃO

A realização de procedimentos avaliativos visando o rendimento esportivo e o registro das informações produzidas, estão relacionadas diretamente ao entendimento dos parâmetros relacionados ao desempenho em diferentes esportes. Desta forma, testes conduzidos com atletas profissionais em laboratórios e/ou em campo (para avaliação: velocidade, potência e algumas capacidades fisiológicas como: VO_2 máx, limiar lactato e outros), fornecem dados que permitem além do planejamento de treinamentos e organização para competições, o entendimento do rendimento esportivo, (METCALF et al, 2017; van ERP, SANDERS, de KONING, 2019).

Considerando que normalmente esses procedimentos exigem a utilização de metodologias longas, onerosas e relativamente invasivas, e que estão restritas aos núcleos de pesquisadores e centros atléticos profissionais, faz-se necessário a adoção de estratégias alternativas de avaliação, para que se minimize a separação entre o “ideal avaliativo” e a “realidade da maioria”, tornando-as viáveis ao público em geral (NICOLAU, 2022).

Com o desenvolvimento das diversas ciências, a tecnologia aplicada a partir delas permitiu avanços para a melhoria do desempenho esportivo que muitas vezes diferenciam um atleta que ocupará a posição em um pódio de um atleta que não se classifica para as finais (OKAZAKI ET AL, 2012). Assim, as tecnologias voltadas ao ciclismo (materiais aerodinâmicos; *wearable* e conectividade entre diferentes recursos de *software* e *hardware*) que abordam os inúmeros fatores e detalhes que necessitam ser monitorados e armazenados de forma confiável, especialmente através dos medidores de potência (do inglês: *Power Meters* – **PM**),

fornece também aos “não profissionais” uma alternativa para registrarem seus desempenhos (VIEIRA ET AL, 2015).

Estes, *hardwares* são capazes de avaliarem além da potência (do inglês: *Power – W*) e suas variações: relativa (*Wr*) e/ou absoluta (*Wa*), outras variáveis relacionadas ao desempenho (*VRD*), importantes para a construção do perfil da potência (do inglês: *Power Profile – PP*). Allen, Coggan (2010) e Friel (2012), destacam que a medição de potência é o método (de controle de carga) mais (preciso) utilizado pelos ciclistas de elite, pois é uma metodologia não invasiva que possui uma aplicabilidade em condições extremamente diferentes.

Desde então, a realização de treinos e corridas utilizando *PM* (ex.: *SRM*, *PowerTap - PWT*), é entre ciclistas de elite uma “norma”, permitindo a visualização de dados em tempo real (PINOT, GRAPPE, 2011). Além disso, através de suas plataformas, aplicativos e *softwares* de análises (ex.: *TrainingPeaks*; *WKO+*; *Golden Cheetah*; *Garmin Connect™*), permitem o compartilhamento dos resultados com outros praticantes e treinadores, criando-se uma rede de informações visuais e métricas dos seus desempenhos (ALLEN, COGGAN, 2010; DOBIASCH, 2020).

Avaliando a relação entre o *PP* e a máxima potência sustentada por ciclistas de estrada (que utilizam bicicletas “*Speed*”), Quod et al (2010) concluíram que a utilização dos *PM* além de contribuírem para tal, também são importantes meios de estudos relacionados ao desempenho de ciclistas. Na caracterização dos sistemas de treinamento dos ciclistas brasileiros de *MTB* (que utilizam bicicletas *Mountain Bike*), Costa, Nakamura, de Oliveira (2007), concluíram que apenas 34% desde público já se submeteu a avaliações do desempenho, e que destes, apenas 24% utilizaram os resultados para suas finalidades pessoais.

Sabendo-se que na maioria dos esportes, normalmente ocorrem limitações do desempenho físico associado aos fatores fisiológicos periféricos, mais especificamente a capacidade metabólica muscular (McMANUS, ARMSTRONG, 2011), ainda existem lacunas no entendimento destas limitações com diversas variáveis registráveis quando se produz esforços utilizando as bicicletas, pois, a eficácia da contração muscular do praticante é influenciada pela fadiga neuromuscular, gerando reduções na força voluntária máxima em exercícios prolongados e de intensidade constante (LEPERS et al, 2002).

A partir dos estudos de Harms et al (2000); St Croix et al (2000) e Sheel et al (2001), que postularam que o aumento do trabalho dos músculos inspiratórios nos exercícios físicos, geram reflexo direcional sanguíneo dos músculos periféricos aos inspiratórios, causando a diminuição do desempenho e não somente a relação entre capacidade metabólica e fadiga neuromuscular, essa nova visão, estudada e difundida por McConnell, Romer (2004) e denominada “metaborreflexo”, diferentemente dos fatores fisiológicos anteriormente citados, provoca a diminuição do aporte sanguíneo e conseqüentemente da oferta de oxigênio para a musculatura respiratória, devido a compressão das artérias que são responsáveis pela perfusão sanguínea diafragmática, gerando aumento da pressão abdominal como resposta reflexa durante a inspiração forçada.

Polla et al (2004) apontam ainda ser possível a ocorrência associada de recrutamento da musculatura acessória para auxiliar o diafragma, causando cada vez mais diminuição desta com o passar do incremento do exercício. Essa associação gera como respostas redução da eficiência da mecânica respiratória, aumentos na exigência metabólica e fluxo de sangue desses músculos (DODD et

al, 1989), o que levará a ativação sensorial do sistema nervoso central, acentuando todos esses efeitos do metaborreflexo (McCONNELL, ROMER, 2004).

Uma vez que a diminuição no desempenho da musculatura respiratória ocorra, especialmente em exercícios de resistência realizados em altos percentuais de intensidade (> 85 % do consumo máximo de oxigênio (VO_2max)), é observada associação dos efeitos já instalados com outros fatores limitantes, como: aumento do trabalho respiratório, hipoxemia arterial induzida pelo exercício, fadiga da musculatura respiratória e dispneia (WELLS, NORRIS, 2009).

No ciclismo, devido ao elevado nível de exigência da musculatura respiratória, esse mecanismo reflexo e seus efeitos de diminuição e aumento (de aporte sanguíneo e fadiga, respectivamente), poderão ser, senão a principal, uma das causas de fadiga muscular induzida que mais influencia diretamente o rendimento, provocando importantes demandas aos diversos aspectos fisiológicos, bioquímicos e de outras VRD no ciclismo, segundo Romer, Polkey, (2008).

Desde o trabalho de Hagberg et al (1981) já se entendia que o ciclismo competitivo, dentre os esportes movidos a energia humana, é teoricamente, o único que permite todos os competidores atingirem a mesma velocidade em detrimento de diferentes taxas de movimentos dos membros, minimizando assim os pontos discutidos anteriormente.

Desta maneira, além dos trabalhos conduzidos sobre padrões neuromusculares e fisiológicos (MARSH, MARTIN, 1997; SANGALI et al, 2013; VLECK, MILLET, ALVES, 2014), metabólicos (HAGAN, WEIS, RAVEN, 1992; SILVA et al, 2023) e climáticos (OKSA et al, 1996; KAY et al, 2001; PÉRIARD, RACINAIS, 2019), estudos que envolvam VRD são necessários para o entendimento das possíveis relações com o desempenho nas distâncias

alcançadas por ciclistas, trazendo assim, um possível novo caminho de aplicação e estudo do treinamento muscular respiratório (**TMR**) e seus efeitos no rendimento de ciclistas.

Neste sentido, o entendimento do comportamento das variáveis: NP° , MP , MMP (W_a e W_r) e das pressões respiratórias (**PR**), especificamente a pressão inspiratória máxima ($P_{I\max}$), quando submetidas ao passar do tempo durante um teste de identificação do PP e seus efeitos sobre o rendimento, tornam-se cada vez mais importantes focos de investigações, a fim de compreender e assim, aperfeiçoar o desempenho dos atletas (LUCÍA, HOYOS, CHICHARRO, 2001), fornecendo cada vez mais informações acerca deste tema.

Estudos sobre o PP e características de treinamento de ciclistas profissionais já são bem documentados, sendo que essas relações, também foram foco de estudos de acordo ao perfil competitivo (tipologia) dos ciclistas: velocistas, contrarrelógistas, escaladores, *all-arounder* (QUOD et al, 2010), aos valores de potências (absolutas e relativas) e tempos de execução (de 1 s a 5 min e/ou mais longas 5 min até > 4 h) em diferentes níveis de fadiga, seja ela, aguda ou crônica (QUOD et al, 2010; PINOT, GRAPPE, 2011; METCALFE et al, 2017; PASSFIELD et al, 2017; SANDERS, HEIJBOER, 2018; van ERP et al, 2019; SANDERS, van ERP, de KONING, 2019; van ERP, FOSTER, de KONING, 2019).

Leo et al (2020) destacam a necessidade de se associar não somente os valores de W registradas nas prescrições de cargas de trabalho objetivando-se induzir melhorias no PP , pois devido as deficiências e potenciais dos atletas, os valores podem estar mascarados. Assim, a utilização de registros que forneçam entradas de medidas externas e internas que podem contribuir para um melhor entendimento das VRD e sua relação com o PP .

Pesquisas investigativas sobre as relações de distribuição entre volume e intensidade do treinamento em ciclistas profissionais (STÖGGL, SPERLICH, 2015; SANDERS et al, 2018) e dos efeitos do metaborreflexo e das PR no rendimento em diversos esportes (St CLAIR GIBSON, SCHABORT, NOAKES, 2001; JANSSENS et al, 2013) são amplamente difundidas, mas contrariamente ao número de estudos conduzidos com atletas profissionais de nível mundial (METCALFE et al, 2017; van ERP, SANDERS, de KONING, 2019), estudos com atletas recreativos e não profissionais ainda é pequena (DOBIASCHI, 2020).

Muriel et al (2022) avaliando se a capacidade de sustentar potências elevadas sob fadiga (durabilidade) e esforços repetidos de alta intensidade (repetitividade) entre profissionais (*WTour* e *PTour*) são determinantes no desempenho final, concluíram que os valores de *MMP* (*WTour* vs. *PTour*) são comparáveis quando a fadiga não é considerada, sendo portanto a durabilidade, e não a repetitividade (ou a capacidade de atenuar o declínio no desempenho induzido pela fadiga), um fator determinante do desempenho no ciclismo.

Sobre o desempenho ou a capacidade de manutenção dele, Romer, McConnell, Jones (2002) investigando os efeitos do treinamento muscular inspiratório no desempenho em contrarrelógio de ciclistas treinados, identificaram que melhoras na função muscular inspiratória dinâmica entre os voluntários atenuam as respostas perceptivas ao exercício incremental máximo e melhoram o desempenho em ciclistas competitivos.

Visto que esses dados juntamente aos percentuais sobre a utilização de avaliações observados por Costa, Nakamura, de Oliveira (2007) e os valores significantes identificados por Silva et al (2023) das correlações entre *PI*_{max} vs. distância ($r = 0,52$; $r^2 = 0,27$; $p = 0,004$) e *PI*_{max} inicial vs. final ($r = 0,61$; $r^2 = 0,38$;

$p = 0,0003$) apoiam as evidências de que o TMR contribui para o rendimento de ciclistas, faz-se necessário o aprofundamento na busca pelo entendimento das possíveis associações entre as VRD e o desempenho de ciclistas recreacionais.

Desta forma tivemos como hipótese que maiores valores de $PI_{max_{obt}}$ apresentariam correlações significativas com as VRD (Distância, NP° , MP e MMP). Para isso utilizamos os valores registrados de ciclistas recreacionais submetidos a um protocolo de *FTP* disponibilizado no *CC Garmin Edge[®] 1000*.

2 OBJETIVOS

Geral:

Caracterizar o perfil da potência (PP) e analisar a relação entre força muscular inspiratória com variáveis de desempenho em ciclistas recreacionais

Específicos:

1. Classificar e discutir o PP de ciclistas recreacionais quanto a tipologia;
2. Comparar os resultados obtidos da PI_{max} , Distância, NP° , MP e MMP entre os grupos 1 e 2;
3. Correlacionar os resultados da $PI_{max_{obt}}$ com as VRD (Distância, NP° , MP e MMP);
4. Correlacionar os resultados da distância com as VRD (NP° , MP e MMP).

3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Essa revisão aborda os elementos relacionados ao estudo, como: as ferramentas e testes com suas características e os métodos de registros e acesso aos resultados das variáveis relacionadas no estudo.

3.1 DOS CICLIORGÔMETROS AOS MEDIDORES DE POTÊNCIA

Desde os primeiros cicloergômetros, de freio mecânico (ex.: *Monark*); pneumáticos (ex.: *Kingcycle*) e eletromagnéticos (ex.: *Lode*) utilizados nos registros laboratoriais de variáveis (ex.: potência aeróbia e anaeróbia máximas, eficiência mecânica e pico de potência), estes são, um importante meio de obtenção de informações relacionadas ao desempenho (MAXWELL et al, 1998; PATON, HOPKINS, 2001).

Iglesias Pinto (2018) ressalta que originalmente o ergômetro de freio mecânico *Monark* (*Monark, Varberg, Suécia*) foi o primeiro capaz de registrar a potência de ciclistas, porém, ao avaliarem a calibração dinâmica de cicloergômetros de freio mecânico; pneumático e eletromagnético, Maxwell et al (1998) destacaram que os registros da potência ignoram além da resistência ao atrito da transmissão do eixo do pedal a partir da cadência (do inglês, *Cadence* – **C**), a força de frenagem na roda dentada e também não consideram eventuais erros na calibração original.

Cicloergômetros cientificamente testados (ex.: *Monark, Lode Excalibur, Velotron* e *Wattbike*) são plenamente capazes de registrar a potência de pedalada em condições laboratoriais, mas, embora sejam configuráveis (na maioria dos tamanhos, altura e encosto do selim e também na altura e comprimento do guidão),

alguns apresentam dificuldades nos ajustes de determinados parâmetros biomecânicos, devido as diferenças de geometria encontradas em relação às bicicletas dos atletas, afetando assim além do conforto, principalmente a técnica de pedalada desenvolvida (IGLESIAS PINO, 2018).

Para minimizar essas dificuldades e fornecer equipamentos mais acessíveis, avanços na tecnologia baseadas na invenção de extensômetros e na maior vida útil das baterias, permitiram o surgimento dos *PM* portáteis no início dos anos 80. Surge assim o *SRM* (*Schoberer Rad Meßtechnik, Jülich, Welldorf, Alemanha*) e na sequência, o *Look Max One* (*Look S.A., Nevers, França*). Desde então *PM* são um importante instrumento de registro de dados para pesquisas com restrições de movimentos da parte superior e/ou que necessitem realização fora do ambiente laboratorial (ATKINSON et al, 2003; IGLESIAS PINO, 2018).

Desta maneira, essa tecnologia permite seja em treinos ou passeios ciclísticos o registro de dados do desempenho (MOREIRA, LOVISI, 2017), bem como, através de sua conectividade, o compartilhamento dos resultados entre os usuários, (INTRIAGO HIDALGO, 2022), se tornando assim, um equipamento muito utilizado por ciclistas.

3.2 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DOS *PM*

Os diferentes *hardwares* são caracterizados de acordo com a empresa fabricante e sua metodologia de abordagem das tecnologias disponíveis, permitindo através dos seis métodos a construção de acordo com as localizações apresentadas por Allen, Coggan (2010) no Quadro 1.

Quadro 1 – Métodos de construção, marcas e fabricantes de *PM*

| Nº | Localização | Marca e Fabricante |
|----|-------------------------------|---|
| 1 | Integrado ao pedivela e coroa | <i>SRM (Schoberer Resistance Measurement); QUARQ (Sram Corporation); STAGES (Stages Cycling).</i> |
| 2 | Integrado ao cubo traseiro | <i>POWERTAP (CycleOps).</i> |
| 3 | Câmbio traseiro | <i>POLAR POWER (Polar Electro).</i> |
| 4 | No movimento central | <i>ERGOMO (Ergomo – Road Cycling UK); QUARQ (Sram Corporation).</i> |
| 5 | Sistema de oposição de forças | <i>POWERPOD (Velocomp LLC).</i> |
| 6 | Sensor nos pedais | <i>VECTOR™ (Garmin Schaffhausen, Switzerland); POLAR POWER (Polar Electro); SRM (Schoberer Resistance Measurement).</i> |

Fonte: Adaptado de ALLEN, COGGAN (2010)

Buscando aproveitar de maneira mais efetiva o acesso ao grande volume de informações, as principais empresas, assim como optam por *hardwares* distintos, desenvolvem seus *softwares*, que através de gráficos e tabelas, destacam os resultados alcançados pelo ciclista (ALLEN, COGGAN, 2010).

Todo esse processo tecnológico permitiu a ampliação do conceito de monitoramento da intensidade dos exercícios ao fornecer a visualização do desempenho em tempo real nos *displays* dos *PM*, destacando pontos fortes e fracos dos ciclistas (ALLEN, COGGAN, 2010; MEHMOOD, CULMONE, 2015).

Na aquisição, são considerados critérios como: preço, peso e localização na bicicleta, assim, estudos testaram a validade e reprodutibilidade de

diferentes marcas (Quadro 2), aplicando-se testes (submáximo incremental, submáximo contínuo, de *sprint* e campo) e apresentando os resultados finais quanto a aceitação, negação ou dúvidas da validade e reprodutibilidades dos mesmos (IGLESIAS PINO, 2018).

Quadro 2 – Validade e reprodutibilidade dos medidores de potência

| Medidor | Localização * | Referência | Validade | Reprodutibilidade |
|-----------------------|---------------|---|----------|-------------------|
| <i>SRM</i> | 1 | Martin et al (1998); Passfield (1998) | V | V |
| <i>PowerTap</i> | 2 | Gardner et al (2004); Bertucci et al (2005); Maier et al (2017) | V | V |
| <i>Polar S710</i> | 3 | Millet et al (2003) | X | V |
| <i>ErgomoPro</i> | 4 | Kirkland et al (2008); Duc et al (2016) | ~ | X |
| <i>Stages</i> | 1 | Bouillod et al (2016); Maier et al (2016); Granier et al (2017) | X | V |
| <i>Garmin Vector™</i> | 6 | Cavas et al (2015); Bouillod et al (2016); Novak et al (2016); Hutchison et al (2017) | ~ | V |
| <i>Quarq</i> | 1 | Maier et al (2017) | ~ | V |

Fonte: Adaptado de Iglesias Pino (2018)

Nota: V = afirmação; X = negação; ~ = dúvida

* de acordo com numeração do Quadro 1

Quadro 3 – Comparação entre as características dos medidores de potência

| Medidor | Local | Método | Precisão | Gravação | Memória | Calibração | Massa | Análise pedal | ANT+® |
|-----------------|----------------------------|--|----------|------------------|--|-------------------------|-----------|---------------|-----------------|
| <i>Ergomo</i> | Movimento Central | Força direta | ± 1,5 % | 1,5,10 ou 30 s | 12 – 342 h | Fabricante | ≅ 404 g | Não | Não |
| <i>PowerTap</i> | Cubo | Força direta | ± 1,5 % | 1 s | 7,5 – 180 h | Fabricante | ≅ 760 g | Não | Depende do mod. |
| <i>Quarq</i> | Pedal + coroa | Força direta | ± 2 % | 1 s | Depende do mod. do <i>Garmin</i> utilizado | Não | ≅ 920 g | Não | Sim |
| <i>SRM</i> | Pedal + coroa | Força direta | ± 2,5 % | 0,5 – 30 s | 45 min – 225h | Fabricante | ≅ 1.798 g | Opcional | Sim |
| <i>iBike</i> | Guidom ou mesa | Oposição de forças (ex.: vento e velocidade) | ± 3 % | 1 ou 5 s | 13 – 65 h | Informações solicitadas | ≅ 113 g | Não | Sim |
| <i>Polar</i> | Câmbio traseiro e corrente | Velocidade da corrente /vibração | ± 5 % | 1,2,5,15 ou 60 s | 4 h 57 min – 76 h 37 min | Não | ≅ 242 g | Sim | - |

Fonte: Adaptado de ALLEN, COGGAN (2010)

3.3 CARACTERÍSTICAS E FUNCIONAMENTO DO PWT

Desenvolvido em 1997 pela *Etune Company* (atual *Saris Cycling Group, Madison, EUA*) e integrado ao cubo traseiro, o *PWT* utiliza oito extensômetros que **medem a torção dentro do cubo** através de seu *firmware* (convertendo-as em valores de *W*), à medida que o ciclista aplica força sobre os pedais e a corrente passa pelas engrenagens (IGLESIAS PINO, 2018).

Cada informação da *W* é registrada 60 *Hz* (lê-se *Hertz*) e ao final representa a média calculada durante um período de tempo. Quando comparados ao *SRM*, os valores são em torno de - 5 até - 10 *W*, mas representam a medida real de *torque* aplicada (ALLEN, COGGAN, 2010).

Apesar de apresentarem valores de aquisição competitivos, a localização gera alguns inconvenientes que aumentam o custo total, e assim, possuem vantagens e algumas desvantagens (Imagem 1), na utilização em pesquisas e nas atividades dos ciclistas.

Imagem 1 – Relação das vantagens e desvantagens do *PM PWT*

| | |
|--------------|---|
| Vantagens | Fácil remoção de uma bicicleta para outra e manutenção; Acessível e preciso com ampla capacidade de armazenamento dados; Possui resumos de exercícios com: <i>NP</i> [®] ; Leitura <i>wireless</i> via <i>ANT+</i> [®] ; Registros precisos de <i>C</i> ; Disponível em opções de roda (<i>speed, MTB</i>); <i>Software</i> compatível na <i>v. Mac</i> . |
| Desvantagens | Interface do <i>software</i> ; Limitação na escolha da roda; <i>v.</i> com fios não compatível com <i>ANT+</i> [®] ; Necessidade de zerar para cada novo registro. |

Fonte: Adaptado de Allen, Coggan (2010)

3.4 UTILIZAÇÃO DE PROTOCOLOS EM AMBIENTE LABORATORIAL

De extrema importância para a divulgação e utilização dos resultados, especialmente em se tratando do conhecimento do *PP*, avaliações do desempenho utilizando *PM*, são um componente integrante da avaliação de ciclistas competitivos em ambientes práticos e de pesquisa (PATON, HOPKINS, 2001).

Diversos estudos já estabeleceram relações entre o desempenho em provas de contrarrelógio e parâmetros fisiológicos de aptidão (HOOGSTEEN, 1999; HAWLEY, NOAKES, 1992; HOOGEVEEN, BALMER, DAVISON, BIRD, 2000) e a potência média produzida em laboratório (COYLE et al, 1991; PALMER et al, 1996; SMITH et al, 2001).

Mieras, Heesch, Slivka (2014); Abel, Grappe (2014) e Bouillod et al (2017) utilizaram ciclistas amadores e determinaram que variações nos valores de *W* registradas, estão diretamente relacionadas com as condições climáticas de obtenção dos mesmos (ex.: velocidade, duração e direção do vento) e também com os aspectos psicoemocionais envolvidos (ex.: motivação, experiência e outros), sendo que os primeiros são perfeitamente controláveis pelos pesquisadores em avaliações em ambiente laboratorial.

No estudo comparativo de protocolos avaliativos, Ramírez et al (2005), concluíram que devido as semelhanças das respostas fisiológicas; equipamentos; pegada do guidom e conforto no selim; *C* e postura, os testes laboratoriais com rolos estacionários são indicados para avaliação ciclistas (de alto nível aos recreacionais).

Estudos de Gardner et al (2004) que avaliaram a precisão de monitoramento dos *PM SRM* e *PWT* (amplamente utilizados em pesquisas),

concluíram que, quando operados de acordo com as instruções do fabricante, oferecem precisão nos monitoramentos e dos dados registrados de *W*, sejam estes coletados em competições e/ou testes realizados no ambiente laboratorial ou em campo, permitindo assim, a utilização destes diferentes *PM* e seus protocolos para registros das VRD.

3.5 *FTP*: O QUE É, IMPORTÂNCIA E METODOLOGIAS UTILIZADAS

Apesar do conhecimento que o limiar de lactato (do inglês: *Lactate Threshold – LT*) define capacidade de desempenho individual, e, independente do VO_2max , este primeiro é quem determinará a porcentagem de sua utilização, as avaliações do *LT* permanecem normalmente inacessíveis a maioria dos ciclistas, devido seu teor pouco prático (NIÑO, HERRERA, 2020).

Buscando solucionar essa demanda e aproximar os ciclistas desta prática, Allen, Coggan (2010) utilizando as diferentes metodologias de avaliações existentes apresentaram a proposta de avaliação alternativa ao *LT* denominada Limiar da Potência Funcional (do inglês *Functional Threshold Power – FTP*), para que ciclistas, treinadores e pesquisadores possam identificar seus limites e compreenderem seu *PP*.

Neste sentido, dos diferentes protocolos avaliativos do ciclismo, que visam a identificação de parâmetros biomecânicos e fisiológicos, a proposta do *FTP*, surge como uma alternativa, permitindo aos ciclistas não profissionais a avaliação do desempenho das VRD e necessárias para a construção do seu *PP* (LUCIA ET AL, 2002; CANDOTTI, 2007; ALLEN, COGGAN, 2010).

Na construção da proposta, baseando-se nos maiores valores registrados por profissionais e pela população média não treinada, realizaram uma interpolação, estimando-se assim faixas para oito categorias e seus valores (ancorados nas extremidades alta e baixa do contínuo), sendo denominadas: *international pro*, *domestic pro*, *categories I – V*, *non-racer*, respectivamente apresentadas na Tabela 1, como: Classe Mundial; Excepcional; Excelente (cat. I); Muito bom (cat. II); Bom (cat. III); Moderado (cat. IV); Razoável (cat. V) e Destreinado (não compete). Denham et al (2020) consideram-nas uma medida de condicionamento físico popular associada ao desempenho de resistência e amplamente utilizada para testes, monitoramento e fins de periodização dos treinos no ciclismo profissional.

Visto que o **FTP representa a potência em aproximadamente 1h**, sem o aparecimento e caracterização do *LT*, os autores propuseram a utilização de quatro períodos de tempos com seus valores de *W_r* registradas em *watts* por quilograma de peso corporal ($W \cdot kg^{-1}$), produzindo assim valores de *W* que refletissem, respectivamente: **Potência Neuromuscular** (esforços de **5 s**); **Capacidade anaeróbica** (esforços de **1 min**); **VO₂max** (esforços de **5 min**) e **Limite de potência** ou *LT* (esforços de **60 min**), permitindo assim, a compilação dos dados destes quatro períodos de tempo que são utilizados para “prever/identificar” o tipo de ciclista de acordo com a estimativa direta do *FTP* com as classificações propostas por Allen, Coggan (2010) e Sroka (2021): **velocista**, **perseguidor**, **escalador** ou ***all-rounder***.

Sua importância justifica-se na necessidade de se estabelecer *benchmarks* criando-se uma linha de base para se calcular mais precisamente, as zonas de treinamento e suas cargas (ALLEN, COGGAN, 2010).

Tabela 1 – Classificação do *PP* através dos valores em $W \cdot kg^{-1}$ das *MP* produzidas

| Classificações | 5 s | 1 min | 5 min | FTP | Classificações | 5 s | 1 min | 5 min | FTP |
|--|-------|-------|-------|------|--------------------------------------|-------|-------|-------|------|
| | 25.18 | 11.50 | 7.60 | 6.40 | | 17.48 | 8.51 | 4.91 | 4.09 |
| | 24.88 | 11.39 | 7.50 | 6.31 | | 17.18 | 8.40 | 4.81 | 4.00 |
| | 24.59 | 11.27 | 7.39 | 6.22 | | 16.89 | 8.28 | 4.70 | 3.91 |
| Classe Mundial (Profissional) | 24.29 | 11.16 | 7.29 | 6.13 | Bom (cat. III) | 16.59 | 8.17 | 4.60 | 3.82 |
| | 24.00 | 11.04 | 7.19 | 6.04 | | 16.29 | 8.05 | 4.50 | 3.73 |
| | 23.70 | 10.93 | 7.08 | 5.96 | | 16.00 | 7.94 | 4.39 | 3.64 |
| | 23.40 | 10.81 | 6.98 | 5.87 | | 15.70 | 7.82 | 4.29 | 3.55 |
| | 23.11 | 10.70 | 6.88 | 5.78 | | 15.41 | 7.71 | 4.19 | 3.47 |
| | 22.81 | 10.58 | 6.77 | 5.69 | | 15.11 | 7.59 | 4.08 | 3.38 |
| Excepcional | 22.51 | 10.47 | 6.67 | 5.60 | Moderado (cat. IV) | 14.81 | 7.48 | 3.98 | 3.29 |
| | 22.22 | 10.35 | 6.57 | 5.51 | | 14.52 | 7.36 | 3.88 | 3.20 |
| | 21.92 | 10.24 | 6.46 | 5.42 | | 14.22 | 7.25 | 3.77 | 3.11 |
| | 21.63 | 10.12 | 6.36 | 5.33 | | 13.93 | 7.13 | 3.67 | 3.02 |
| | 21.33 | 10.01 | 6.26 | 5.24 | | 13.63 | 7.02 | 3.57 | 2.93 |
| | 21.03 | 9.89 | 6.15 | 5.15 | | 13.33 | 6.90 | 3.46 | 2.84 |
| Excelente (cat. I) | 20.74 | 9.78 | 6.05 | 5.07 | Razoável (cat. V) | 13.04 | 6.79 | 3.36 | 2.75 |
| | 20.44 | 9.66 | 5.95 | 4.98 | | 12.74 | 6.67 | 3.26 | 2.66 |
| | 20.15 | 9.55 | 5.84 | 4.89 | | 12.44 | 6.56 | 3.15 | 2.58 |
| | 19.85 | 9.43 | 5.74 | 4.80 | | 12.15 | 6.44 | 3.05 | 2.49 |
| | 19.55 | 9.32 | 5.64 | 4.71 | | 11.85 | 6.33 | 2.95 | 2.40 |
| | 19.26 | 9.20 | 5.53 | 4.62 | | 11.56 | 6.21 | 2.84 | 2.31 |
| Muito bom (cat. II) | 18.96 | 9.09 | 5.43 | 4.53 | Destreinado (não compete) | 11.26 | 6.10 | 2.74 | 2.22 |
| | 18.66 | 8.97 | 5.33 | 4.44 | | 10.96 | 5.99 | 2.64 | 2.13 |
| | 18.37 | 8.86 | 5.22 | 4.35 | | 10.67 | 5.87 | 2.53 | 2.04 |
| | 18.07 | 8.74 | 5.12 | 4.27 | | 10.37 | 5.76 | 2.43 | 1.95 |
| | 17.78 | 8.63 | 5.01 | 4.18 | | 10.08 | 5.64 | 2.33 | 1.86 |

Fonte: Adaptado de Allen, Coggan (2010)

Ao compararem o *FTP* como substituto do *LT*, Valenzuela et al (2018), entenderam que não foram significativamente diferentes (240 ± 35 W e 246 ± 24 W) tendo forte correlação ($r = 0.95$; $p < 0.0001$). Para a aplicação metodológica de avaliação, desde que respeitadas eventuais limitações de comunicação entre *hardwares* e *softwares*, qualquer modelo de *PM* e protocolo podem ser combinados na avaliação.

O quadro 4, apresenta as possibilidades inicialmente desenvolvidas para identificação do *FTP*, compreendendo os métodos existentes do mais complexo ao mais simples (ALLEN, COGGAN, 2010; BROEDER, 2013).

Quadro 4 – Métodos para identificação do *FTP*

| Método | Metodologia |
|---|---|
| Gráfico da frequência distribuição da potência | Realiza-se <i>uploading</i> dos dados disponíveis no potenciômetro e na sequência analisando os resultados de um treino ou prova extenuante. Procura-se um declínio acentuado na produção de potência. |
| Avaliação dos valores de potência rotineiramente produzidos | Utiliza-se os valores registrados em treinos (anaeróbios e intervalados) e esforços intensos (longas subidas), e através de um <i>software</i> de medição potência, procura nas linhas horizontais dos gráficos os locais em que os valores permaneçam quase constantes por alguns minutos. Encontrando-se assim uma estimativa do <i>FTP</i> . |
| Potência normalizada | Representa as correções realizadas por algoritmos nos <i>softwares</i> de análises. Considera-se os custos metabólicos desproporcionalmente produzidos entre cadências/velocidades mais altas com os períodos de quase ou total ausência (como nas descidas) ao longo de uma corrida ou treino. Assim, aproxima-se o resultado do que poderia ter sido em se mantendo um ritmo de cadência/velocidade estável para o seu <i>FTP</i> . |
| Contrarrelógio de 1 h | Utiliza-se a análise dos dados registrados para uma estimativa direta do <i>FTP</i> que poderá ser produzido. |

Fonte: Adaptado de Allen, Coggan (2010)

3.6 CICLOCOMPUTADORES E PROTOCOLO ANT+®

Antes do sistema de georeferenciamento global (do inglês: *Global Positioning System* – *GPS*) se popularizarem no início dos anos 2000, computadores (ciclômetros) mais simples e específicos eram vistos nas bicicletas da maioria dos ciclistas de estrada. Esses, exibiam distâncias, velocidades e o tempo através dos cálculos com base na circunferência e rotações das rodas (SROKA, 2021).

Com a popularização da bicicleta e a crescente necessidade de obtenção de outros parâmetros, como: consumo calórico, frequência cardíaca (do inglês, *Heart Rate* – **HR**), *C*, *W*, trajeto, etc., os odômetros, velocímetros e cronômetros (equipamentos inicialmente responsáveis por tais medidas) foram condensados em um equipamento mais simples e compacto, priorizando o não comprometimento do desempenho, surgindo assim os ciclocomputadores – do inglês, *Cycle Computers* – **CC**, (FERREIRA, 2008).

Allen, Coggan (2010) apontam que para os registros dos valores de *W* em watts, os *CC* combinam os valores dos torques registrados pelos extensômetros com a velocidade angular, permitindo assim a leitura em tempo real das VRD, servindo especialmente para as análises mais detalhadas do desempenho em pesquisas.

Paralelamente, desde 2003, a tecnologia de protocolo sem fios, inicialmente “ANT” criado pela *DynaStream* (*Garmin Canada Inc.*), passa a ser capaz de gerar a partir de 2004, uma extensão denominada ANT+® (*Advanced and Adaptive Network Technology* - Lê-se *ANT Plus*) que cria camadas de sessões, apresentações e aplicações e juntamente com a tecnologia *Bluetooth* da *Bluetooth*

Special Interest Group (desde 1998), passaram a fornecer uma interoperabilidade de dados entre diferentes dispositivos - *PM* e *CC* (MEHMOOD, CULMONE, 2015, IGLESIAS PINO, 2018).

Esse protocolo de rede de comunicação é capaz de coletar, transferir e armazenar dados de sensores usados em esportes, bem-estar e saúde doméstica, opera em 2,4 GHz, com uma banda livre de licença, produzindo uma comunicação sem fio de alta qualidade e vantajosa na baixa potência e custo nas transmissões (BROEDER, 2013).

Aproveitando dessas tecnologias, a *Garmin Ltd* (uma das empresas líder no mercado de tecnologia *fitness* e *wearables*), tem seus *hardwares* amplamente adotados em diferentes modalidades esportivas e especialmente no ciclismo após lançamento em 2010 do seu primeiro *CC* com *GPS*, o *Edge*[®] mod. 705 (IGLESIAS PINO, 2018).

Na evolução de seus *hardwares*, o mod. *Edge*[®] 1000 faz uso das mesmas frequências de *Wi-Fi* e *Bluetooth*, porém com uma taxa de transferência e consumo menor, garantindo uma funcionalidade em pequenas redes ou distâncias curtas (< 1,5 m), o que possibilita a captura do sinal por mais de um receptor (monitores de *HR*; *C*; *smart* rolos; *PM*, etc.), condição essencial em pesquisas de *PP*, especialmente as realizadas em laboratórios.

3.7 PERFIL DA POTÊNCIA E VARIÁVEIS ASSOCIADAS AO *FTP*

Historicamente a quantificação das *VRD* é um meio de identificação de talentos e monitoramento da progressão dos atletas, além de otimização da seleção de equipamentos (COYLE et al, 1979; COYLE et al, 1981; DOREL et al,

2005; WACKWITZ et al, 2020). Neste contexto, o *PP*, ou, **a representação gráfica das respostas do corpo frente aos diferentes esforços ao longo de uma variedade de durações**, aparece como uma estratégia relevante (VOGT et al, 2007; VOGT et al, 2007).

Além da utilização para determinação e monitoramento da potência aeróbia máxima; tempo de sustentação da potência aeróbia máxima e o índice de resistência aeróbia em ciclistas profissionais e de elite, também oferece vantagens no acompanhamento dos registros da *W* com durações variando entre 1 s a 4 h (PINOT, GRAPPE, 2011).

3.7.1 Potencias Máxima e Potência Média Máxima

A potência muscular humana pode ser medida mecanicamente como sendo a taxa de execução de trabalho externo (MORITANI et al, 1981). Assim, é possível identificar a Potência Máxima (do inglês: *Max Power* – **MP**) através do registro do **pico de potência** obtido (independente do momento de realização) e a Potência Média Máxima (do inglês: *Maximal Mean Power* – **MMP**), calculada matematicamente em todos os registros temporais de realização da atividade (treino, competição ou teste), portanto, **representando o FTP que um ciclista pode manter por aproximadamente 1 h.**

Entretanto, a *MMP* não reflete verdadeiramente o que ocorreu, pois, se compararmos os registros de um atleta tenha realizado aumentos e diminuições nos valores da *W* no decorrer da atividade em relação a outro que manteve uma *W* conservadora, é possível que ambos tenham médias muito próximas, mas não refletindo o mesmo esforço. Neste sentido, a potência normalizada é mais adequada para este entendimento.

3.7.2 Potência Normalizada

A potência normalizada (do inglês: *Normalized Power*^{®1} – **NP**[®]) é uma expressão da *W* mantida perfeitamente constante para um determinado percurso, considerando as variações existentes na atividade, traduzindo o custo fisiológico e não simplesmente a *MMP* (BROEDER, 2013, ALLEN, COGGAN, 2010).

Broeder (2013) destaca que na identificação, são levados em consideração: a variabilidade do percurso (subidas, descidas), condições climáticas (vento), mudanças de velocidades (acelerações e desacelerações).

No estudo de caso sobre as características de carga, intensidade e desempenho em múltiplos *grand tours*, van Erp et al (2020) apresentam a fórmula para cálculo da *NP*[®] (Imagem 2), onde: *P_i* é a média flutuante para 30s de *W* e *N* representa o número total de segmentos de tempo.

Imagem 2 – Representação da fórmula para identificação da *NP*[®]

$$NP = \sqrt[4]{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i^4}$$

Fonte: van Erp et al (2020)

Portanto, se considerarmos um registro constante de 200 W 1/h, tanto *MMP* e *NP*[®] serão de 200 W, diferentemente, se obtivermos três registros, sendo (20 min em 100 W + 20 min em 200 W + 20 min em 300 W), teremos como resultados finais uma *MMP* de 200 W e a *NP*[®] de 240 W, representando esta última o real custo fisiológico exigido.

¹ *NP*[®] é uma marca registrada da *Peaksware - LLC*, uma empresa de *softwares* desenvolvidos especificamente para aprimorar atividades esportivas e musicais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de um estudo experimental e transversal com seres humanos que seguiu as diretrizes e normativas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS (Brasil, 2012), com aprovação do Comitê de Ética da Universidade Metodista de Piracicaba com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (C.A.A.E.) número 68241917.9.0000.5507 (ANEXO 1) através do parecer 2.094.558 de 01 de junho de 2017.

4.2 AMOSTRAGEM

Partindo do estudo piloto e por meio do *GraphPad StatMate* (v. 1.01) ajustado com os parâmetros de significância em 5% e poder de teste de 90%, foram estipulados os valores para o cálculo amostral em 25 sujeitos no total, considerando a partir dos desvios-padrão das variáveis P_{lmax} (cmH₂O) obtidas.

As avaliações supervisionadas pela equipe pesquisadora ocorreram nas dependências do Laboratório de Avaliação Física da Universidade do Estado da Bahia (UNEB – Campus X), na cidade de Teixeira de Freitas/BA. Todas foram agendadas de acordo a disponibilidade de horário dos voluntários, não antecipando ou excedendo os horários entre as 5:30h e 19:30h.

A amostra foi constituída por 28 homens – ciclistas recreacionais (40,78±8,02 anos; 74,44±12,24 kg e 171,32±6,24 cm) com tempo de prática de 7,46±7,30 anos, divididos em dois grupos de 14, sendo o grupo 1 (G1) composto

pelos ciclistas que apresentaram os valores da PI_{max} dentro dos valores previstos e o grupo 2 (G2), composto por ciclistas que obtiveram valores de PI_{max} acima do previsto (Tabela 2), ambos calculados utilizando-se as equações de Neder et al (1999).

4.2.1 Critérios para participação ou exclusão

Para inclusão, foi inicialmente disponibilizada através das redes sociais dos grupos de ciclistas e locais de circulação destes, uma carta convite contendo as informações sobre o estudo e seus objetivos. Assim, após interesse volitivo, foram incluídos, considerando-se os seguintes critérios:

- a) Ciclistas homens recreacionais com idades compreendida 18 – 60 anos;
- b) Regularidade mínima de treinos 2x/sem nos últimos dois meses;
- c) Que não tivessem sido submetidos anteriormente a testes de *FTP* e/ou TMR.
- d) Liberação condicionada as respostas identificadas no (Questionário de Prontidão para Atividade Física - PAR-Q e Diretrizes da American Heart Association – A.H.A.)

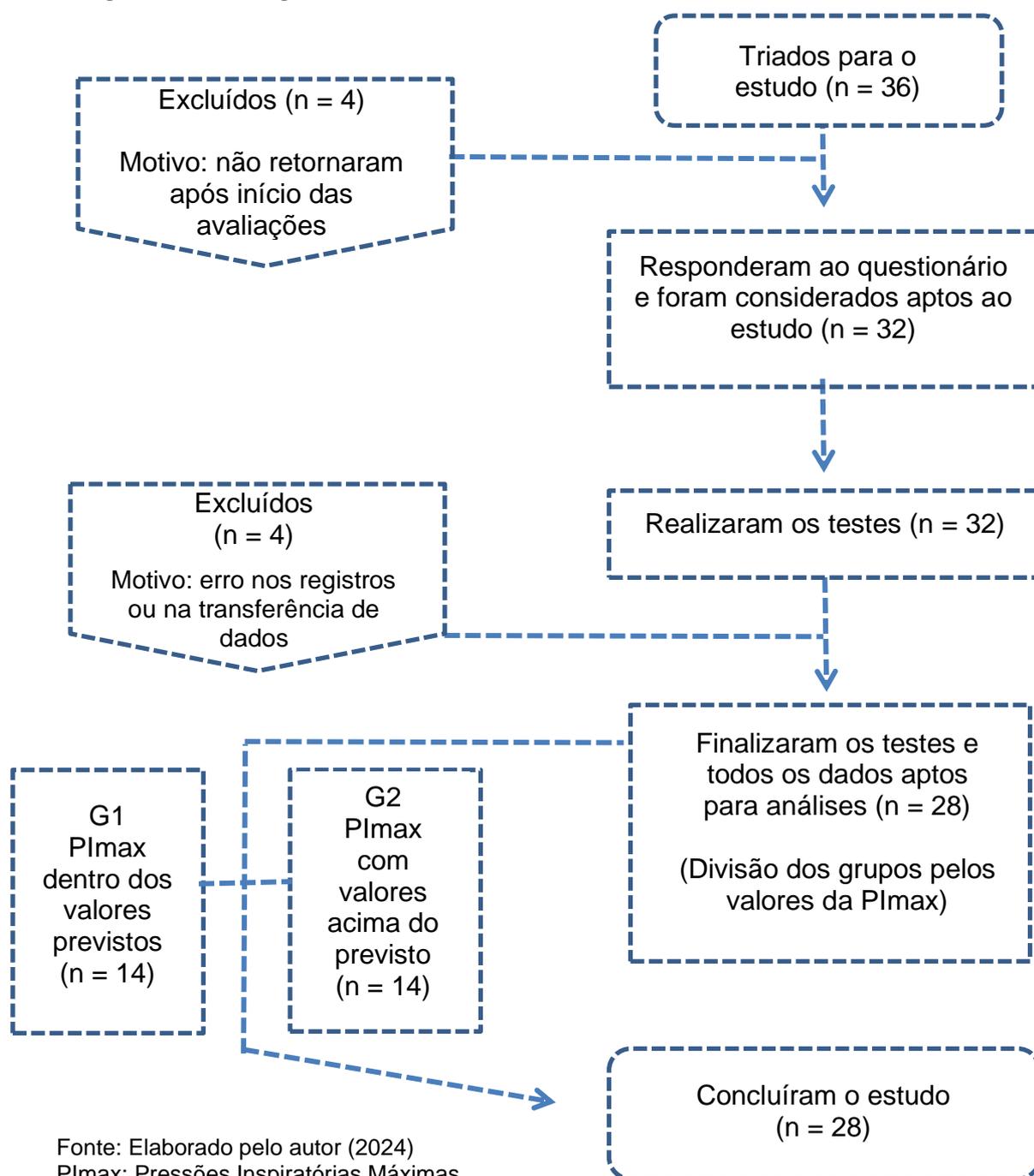
E, considerando o tempo de execução do protocolo adotado, foram excluídos voluntários com:

- a) Desconfortos musculares prévios nas regiões cervical/torácica;
- b) Fumantes e com presença de doenças cardiorrespiratórias;
- c) Uso de medicamentos para disfunções cardiorrespiratórias;

- d) Que praticassem TMR ou que apresentassem valores 80% abaixo dos valores previstos de pressão inspiratória.

Após validação para a participação e respeitando-se os procedimentos necessários, todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A Imagem 3 apresenta a distribuição do fluxograma do estudo.

Imagem 3 – Fluxograma do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)
PImax: Pressões Inspiratórias Máximas

4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Previamente ao início do protocolo experimental eram confirmadas as condições anteriormente estipuladas e não existindo nenhum critério para descontinuidade, realizava-se os testes. Todos os registros recorrentes foram executados pelo mesmo avaliador e os resultados foram armazenados e tabulados para cálculos posteriores em uma planilha do programa *Microsoft Excel*[®] (MICROSOFT CORPORATION, 2018).

4.3.1 Instrumentos e procedimentos para avaliação da estatura

Foi utilizado um estadiômetro de parede da marca *Sanny* ES 2030 com capacidade de aferição entre 80 cm até 220 cm e resolução em milímetros. Adotou-se a medida direta, seguindo os procedimentos descritos:

- a) Orientação para retirada de quaisquer objetos (óculos) e/ou adornos de cabelo (tiaras e presilhas);
- b) Ficarem descalços (incluindo meias) e utilizar o mínimo de vestimenta possível;
- c) Posicionar-se de costas junto a parede, mantendo as pernas retas com os calcanhares e joelhos juntos, ombros relaxados e braços soltos e posicionados ao longo do corpo e com as palmas das mãos voltadas para as coxas e cabeça alinhada (e ajustada) no plano de *Frankfurt*;

- d) Quando possível, ajustados para que: calcanhares, panturrilha, nádegas, escápulas e região occipital da cabeça encostando à superfície da parede;
- e) Solicitada inspiração profunda e apneia para realizar a medida, tocando o vértex com a borda móvel do estadiômetro com pressão suficiente para comprimir os cabelos;
- f) Orientação para expirar e conduzir a retirada do avaliado;
- g) Para evitar erros de paralaxe, realização a leitura com a linha de visão reta com o ponto registrado.

4.3.2 Instrumentos e procedimentos para avaliação da massa corporal

Adotamos nas aferições uma balança digital Sanny BL 200PP (bivolt, até 200 kg, divisão 100 g e *display* LCD com função TARA automática), seguindo os procedimentos:

- a) Ligar e aguardar o *display* realizar teste e mostrar o "zero";
- b) Orientação para retirada de quaisquer objetos (óculos) e/ou adornos de cabelo (tiaras e presilhas) e ficarem descalços (incluindo meias) e com o mínimo de vestimenta possível;
- c) Solicitar para subir e posicionar-se no centro da balança de costas para o visor, distribuindo o peso igualmente com as pernas retas, sobre os pés unidos;
- d) Solicitar para ficar imóvel enquanto a leitura era automaticamente realizada e travada;
- e) Retirar o avaliado da balança;

- f) Realizar a leitura e anotar seguindo recomendações para evitar paralaxe.

4.3.3 Instrumentos e procedimentos de identificação e coletas das PRM

Inicialmente adotou-se para identificação dos valores das P_{lmax} previstas (**P_{lmax}_{prev}**), a equação de Neder et al (1999), onde: P_{lmax} prevista = - 0,80 × idade + 155,3.

Para a medida das P_{lmax} obtidas (**P_{lmax}_{obt}**) foi utilizado um manovacuômetro MVD 300 (amplitude - 300 / + 300 cmH₂O - GlobalMed®, Porto Alegre, Brasil).

Os registros seguiram as diretrizes propostas por Souza (2002) para mensuração das PRM estáticas máximas, assim, para minimizar escapes de ar e registros imprecisos, anteriormente foram demonstradas e praticadas as técnicas de execução e ainda para prevenir a interferência da contração dos músculos da mímica facial sobre as medidas.

Na peça que conecta o bocal ao manovacuômetro existia um orifício de 2mm e todos utilizaram um clipe nasal nas avaliações (BLACK, HYATT, 1969; SOUZA, 2002; GRIFFITHS, McCONNELL, 2007). As orientações para sustentação por no mínimo 1 s dos esforços inspiratórios preconizadas por Black, Hyatt (1969) e Neder et al (1999) também foram adotadas para garantir melhores registros e análises dos valores. Nos registros das P_{lmax}_{obt} (pré e pós testes), todos mantiveram-se sentados (coluna ereta e quadris em 90° flexão) e partindo de uma expiração voluntária máxima (v. residual), realizaram cinco manobras (três aceitáveis e duas reproduzíveis com diferença < 10 %).

4.3.4 Instrumentos e procedimentos para registros do *PP*

A escolha do *PM* levou em consideração: localização; metodologia, intervalo e precisão das gravações (Quadro 3) e a superioridade das vantagens vs. desvantagens (Imagem 1), optando-se pelo *PM PWT* mod. v. 37.28 (Figura 1).

Figura 1 – *PM PWT*



Fonte: Cycle Power Meters (2024)

O *PM* foi montado em um pinhão de 10 velocidades *Shimano Deore CS-M4100-10* (SHIMANO, 2023) com uma roda *speed 700-23 c* \cong 2096 cm e pneu *Levorin Tube Type 23-622* com pressão de 80 *psi*. Neste conjunto foi ajustado um sensor de movimento *Speed Garmin Bsm* mod. v. 23 com amplitude de -20 °C a 60 °C, ANT+®, 2,4 GHz (Figura 2).

Figura 2 – Conjunto (*PM PWT* / cassette / roda) e sensor de velocidade



Fontes: Elaborado pelo autor (2024) e manual do proprietário *Garmin Edge*®

Esse conjunto evitava quaisquer incompatibilidades entre os sistemas de encaixe das rodas traseiras das bicicletas utilizadas com a estrutura de avaliação, garantindo a intercambialidade com os diferentes aros existentes (26; 27,5 e/ou 29 in.), permitindo desta forma a livre a escolha de utilização de bicicletas estilo *MTB* ou *Speed*. A combinação do pinhão utilizado, com a quantidade de coroas disponíveis nas bicicletas dos voluntários, fornecia uma amplitude de 10 – 30 marchas, favorecendo os constantes ajustes necessários no decorrer do teste.

Após a troca da roda traseira pelo conjunto, as bicicletas eram acopladas ao rolo de treino *Oxer High Performance* (mod. 843675 - *Magnetic Resistance*), possibilitando estabilidade e resistência necessárias para aplicação de força nos pedais.

O sensor *Speed Garmin Bsm* ajustado no *PM* foi calibração automaticamente após a realização de duas rotações completas dos pedais com a confirmação ocorrendo após o *LED* verde piscar cinco vezes, garantindo a mudança da condição “*sleep mode*” para o *status* de “reconhecido” no *display* do *CC*.

Seguindo as recomendações de Padilla et al (1996) para um melhor conforto e qualidade de execução, durante os testes todos utilizaram as vestimentas de treino/competição e opcionalmente, EPI quando julgassem necessários (ex.: luvas, capacete, etc.) e para melhor aproximar os testes às condições de provas e treinos, durante os registros não se climatizou o laboratório.

Para garantir o conforto térmico dos participantes, foram registrados e controladas a pressão atmosférica ($876,1 \pm 128,08$ mm/Hg), temperatura ($24,5 \pm 1,62$ °C) e umidade relativa do ar ($73 \pm 6,28\%$) através de um termo higrômetro digital mod. *WS 1066* (433,9 MHz).

Facilitando a visualização e controle por parte do ciclista, o *CC* foi fixado à mesa do guidom e todos os sensores eram ajustados e testados quanto a captação da rede de transmissão, conectividade com o *display* e precisão dos registros (Figura 3).

Figura 3 – Mudança de status dos sensores no *display Garmin Edge® 1000*



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Concomitantemente, ocorria o reconhecimento automático e teste do sensor de *HR*, bastando umedecer os eletrodos e adesivos de contato corporal do *HR Garmin Hrm3Ss v. 21* (-5 °C a 50 °C, *ANT+®*, 2,4 GHz), antes de envolver a correia na região medioesternal dos voluntários.

Nos registros e análises posteriores, foi utilizado um *CC Garmin Edge® 1000 v. 13* com autonomia de 15 h e características de trabalho -20 °C a 60°C e 2,4 GHz, conectado aos demais sensores através dos protocolos *ANT+®* e *Bluetooth smart* e *Wi-Fi*.

4.3.5 Metodologia e duração do FTP

Considerando os métodos e os recursos necessários para avaliação do FTP (Quadro 4) foi adotado o protocolo de 1 h proposto nas configurações do *Garmin Edge*® 1000.

O acesso ao protocolo é viabilizado através das configurações do CC, necessitando para o início do protocolo, apenas seguir as orientações presentes no manual e representadas através das Figuras 4 até 8.

Após reconhecimento obrigatório tanto do *PM* quanto do sensor *HR* (Passo 1), seleciona-se configurações (Passo 2) e a opção “as minhas estatísticas” (Passo 3).

As configurações do “perfil do utilizador”, garantiam cálculos ajustados aos avaliados (Passo 4) e a continuidade para o início do teste (Passo 5).

Figura 4 – Etapas de acesso ao protocolo FTP no *display Garmin Edge*® 1000



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na sequência é informada dados como: sexo, nascimento, massa total e estatura (Passo 6) e o CC apresenta uma estimativa do *FTP* ($W \cdot kg^{-1}$) para ser utilizada como referência inicial no (Passo 7).

Figura 5 – Configuração e estimativa do *FTP* no *display Garmin Edge® 1000*



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Configuradas essas etapas, inicia-se o protocolo e a partir de então são apresentados visualmente os “passos de execução” com seus respectivos tempos e objetivos de registros de *W* (Figura 6), sendo respectivamente:

Aquecimento de 20 min (Passo 8);

5 min para realizar o **1.º *sprint*** de 3 s (Passo 9);

10 min para realizar o **2.º *sprint*** de 3 s (Passo 10);

20 min para realizar o **3.º *sprint*** de 3 s (Passo 11);

10 min para realizar o **4.º *sprint*** de 3 s (Passo 12)

e objetivo final (Passo 13).

O somatório total de 1 h 5 min é compatível ao último protocolo apresentado por Allen, Coggan (2010) no Quadro 4.

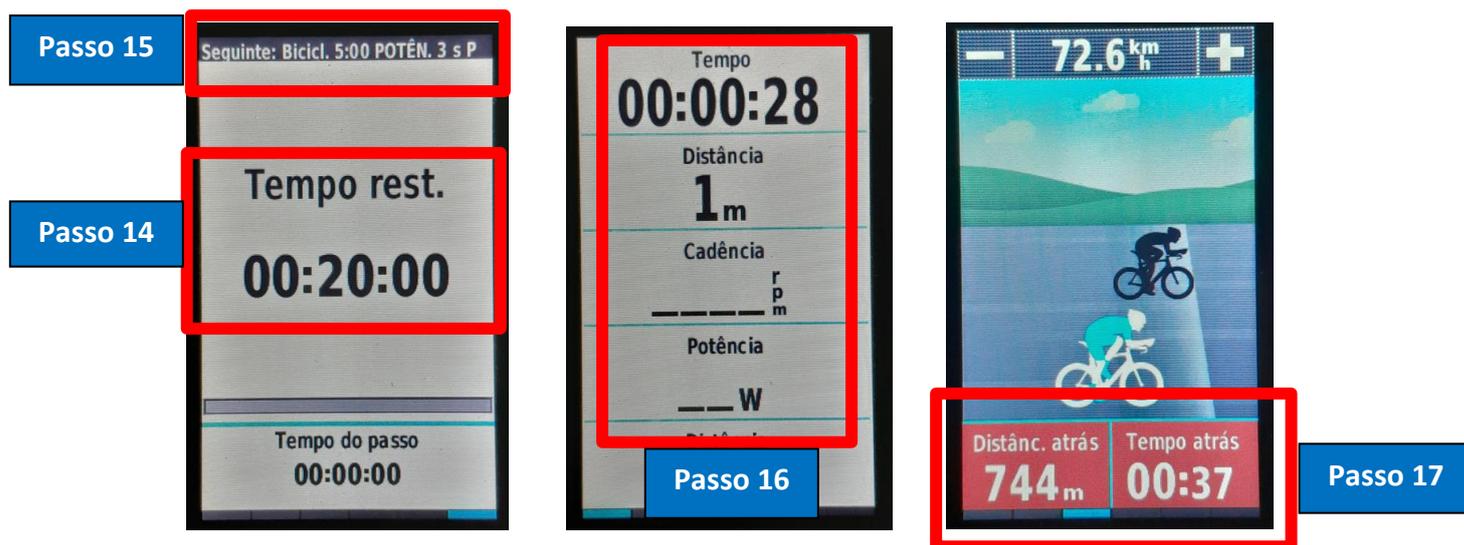
Figura 6 – Etapas do protocolo FTP no *display Garmin Edge® 1000*



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O *display* (Figura 7) exibe informações quanto ao tempo restante (Passo 14); objetivos e tempo de cada etapa (Passo 15) e dependendo dos sensores disponíveis, outras variáveis (Passo 16) e a posição em relação ao *virtual partner®* (Passo 17).

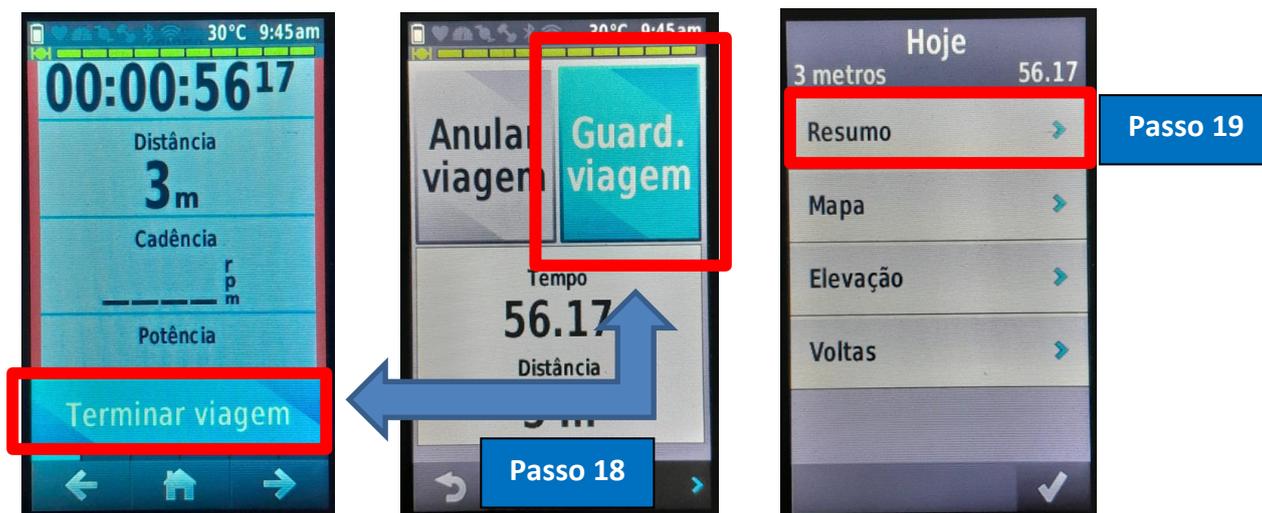
Figura 7 – Etapas e informações possíveis no *display Garmin Edge® 1000*



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Ao finalizar os registros das atividades (Figura 8 - Passo 18), todos os resultados ficam automaticamente visíveis no resumo (Passo 19) e disponibilizados para acesso ao se conectar o CC com a plataforma *Garmin Connect™*.

Figura 8 – Processo de finalização e registros no *display Garmin Edge® 1000*

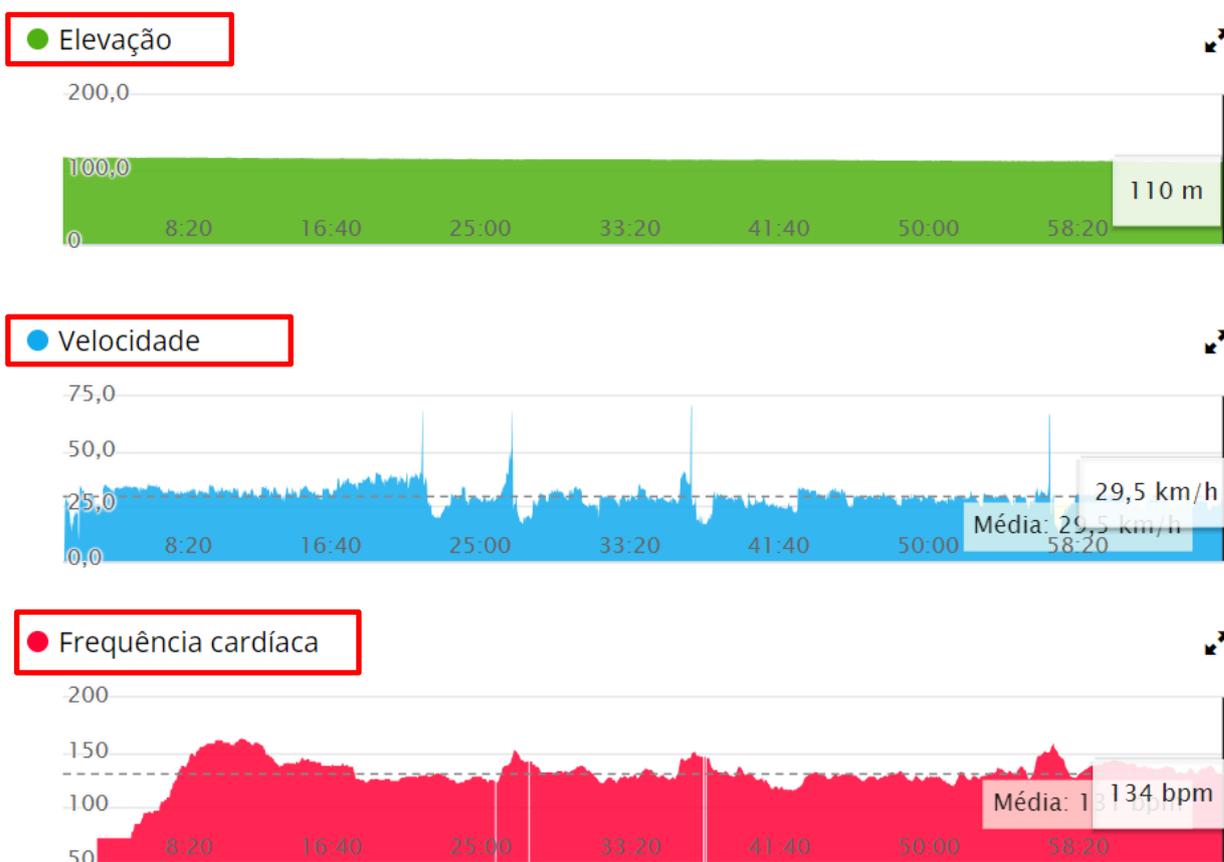


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.3.6 Metodologia de classificação do *PP*

Conectando o *CC* na plataforma *Garmin Connect™* é possível acessar todos os resultados referentes as *VRD* utilizados neste estudo, além de outras disponíveis, como: elevação do percurso, velocidade, *HR*, temperatura, etc. (Imagem 4).

Imagem 4 – Etapa de identificação do *PP*

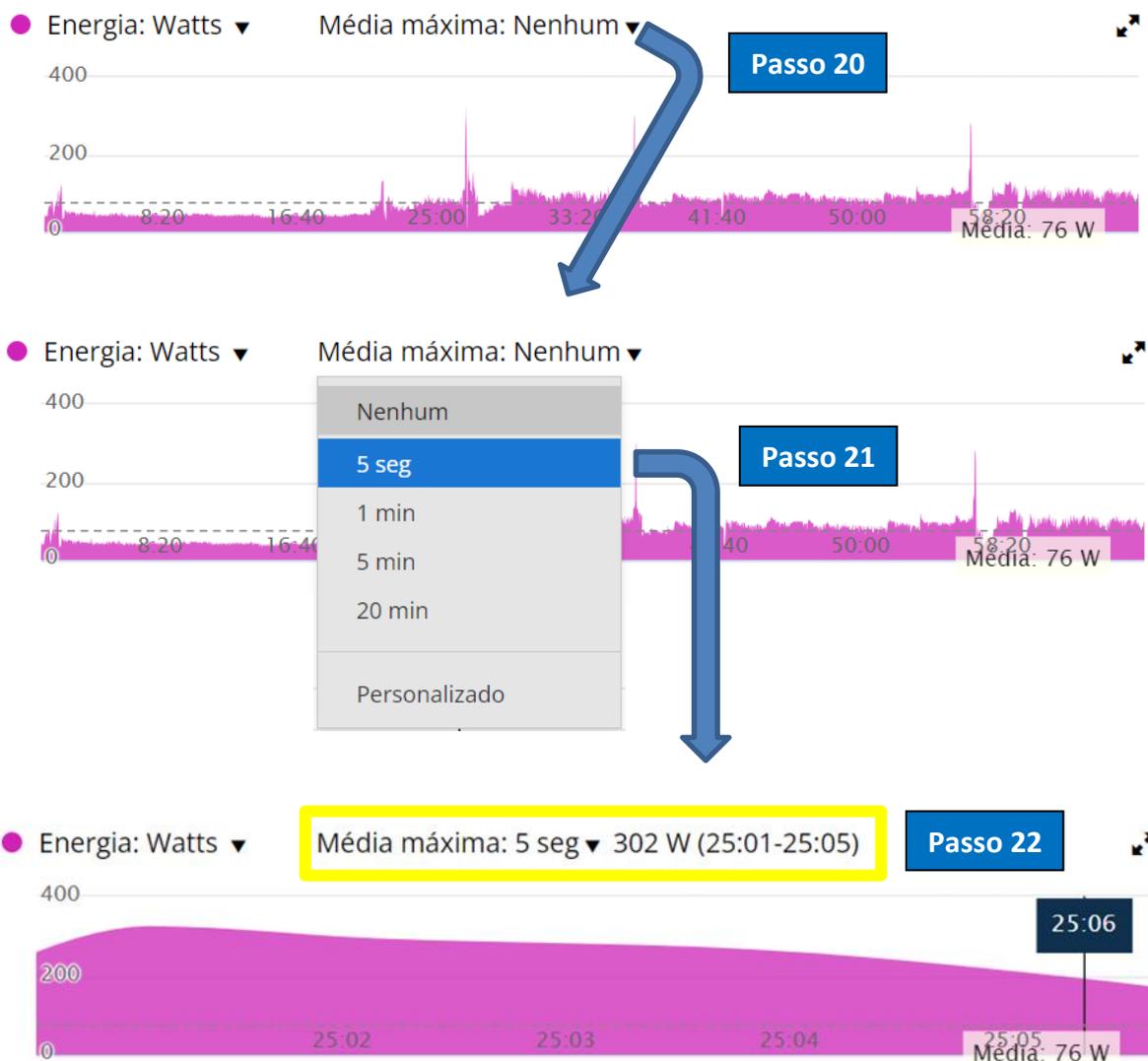


Fontes: Elaborado pelo autor (2024) e adaptado de *Garmin Connect™*

Para a construção dos gráficos do *PP*, inicialmente identifica-se os valores de que serão utilizados nas classificações através dos registros disponíveis nos tempos **5 s; 1 min; 5 min e 60 min**. Para acessá-los, basta selecionar entre as opções disponíveis: 5 seg, 1 min, 5 min, 20 min e “personalizado” (Imagem 5:

Passos 20 e 21) e automaticamente são apresentados os valores das W_a obtidas, além dos respectivos tempos de registros (Imagem 5: Passo 22).

Imagem 5 – Etapas de identificação para classificação do PP



Fontes: Elaborado pelo autor (2024) e adaptado de *Garmin Connect™*

De posse dos quatro resultados (Imagem 6 – Passo 23) e tabulando-os em uma planilha no programa *Microsoft Excel®* (Imagem 7: Passo 24), aplica-se os cálculos dividindo-se a massa corporal total (kg) pelo valor de *Watts* obtidos nos respectivos tempos e identifica-se o valor convertido para unidade de $W \cdot kg^{-1}$ (Imagem 7: Passos 25 e 26).

Com esses resultados, realiza-se a construção dos respectivos gráficos do *PP* e classifica-se individualmente a partir da Tabela 1.

Imagem 6 – Possibilidades de identificação para classificação do *PP*



Fontes: Elaborado pelo autor (2024) e adaptado de *Garmin Connect™*

Imagem 7 – Esboço de planilha construída no programa *Microsoft Excel®*

Passo 24

| Teste | Tempo | Watts | W/kg |
|-------------------------------------|-------|-------|------|
| Potência Nueromuscular | 5s | 900 | |
| Capacidade Anaeróbia | 1min | 550 | |
| Consuma máximo de Oxigênio (VO2max) | 5min | 350 | |
| FTP | 60min | 300 | |
| Peso do Ciclista (kg) | 72 | | |

| Teste | Tempo | Watts | W/kg |
|-------------------------------------|-------|-------|----------|
| Potência Nueromuscular | 5s | 900 | =E14/D18 |
| Capacidade Anaeróbia | 1min | 550 | |
| Consuma máximo de Oxigênio (VO2max) | 5min | 350 | |
| FTP | 60min | 300 | |
| Peso do Ciclista (kg) | 72 | | |

Passo 25

| Teste | Tempo | Watts | W/kg |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| Potência Nueromuscular | 5s | 900 | 12,50 |
| Capacidade Anaeróbia | 1min | 550 | 7,64 |
| Consuma máximo de Oxigênio (VO2max) | 5min | 350 | 4,86 |
| FTP | 60min | 300 | 4,17 |
| Peso do Ciclista (kg) | 72 | | |

Passo 26

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.4 TRATAMENTOS DOS DADOS

Os dados foram tabulados no programa *Microsoft® Excel®* 2013 v. 15.0.5589.1000, formato “.xls” e analisados no pacote estatístico (*IBM SPSS Statistics 20.0, Inc., Chicago, IL, U.S.A.*

Os resultados estão descritos em médias e seus respectivos desvios-padrões, e para todas as análises, adotou-se significância de $p \leq 0,05$.

A análise da distribuição dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk, sendo os dados considerados normais e a hipótese de homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo Teste de *Levene*, assim, foram utilizados testes paramétricos para determinação da significância dos dados e para as correlações.

Nas comparações entre grupos foram utilizados o Teste *t* de *Student* para amostras não pareadas e o Teste de Chi-quadrado e nas comparações intragrupos, o Teste *t* de *Student* para amostras pareadas.

Para a análise da relação entre as variáveis foi realizado o agrupamento do G1 e G2 e utilizou-se o Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson*, sendo adotados os graus de correlação propostos por Mukaka (2012), que considera o índice de correlação insignificante quando estiver entre 0 e 0,3, baixa entre 0,3 e 0,5, moderada entre 0,5 e 0,7, alta entre 0,7 e 0,9, e muito alta entre 0,9 e 1.

5 RESULTADOS

Na Tabela 1 estão apresentadas as características dos voluntários participantes do estudo, bem como a comparação entre os valores das PI_{max} avaliadas. Observa-se que houve diferença significativa entre os grupos para $PI_{max_{Obt}}$ e volume de treino diário, sendo os maiores valores apresentados pelo G2, assim como nas comparações entre as $PI_{max_{Prev}}$ vs. $PI_{max_{Obt}}$, neste caso, somente apresentando diferença significativa no G2, com valores obtidos superiores aos previstos.

Tabela 2 – Caracterização dos voluntários. (Valores em média e DP).

| Variáveis | G1 (n = 14) | G2 (n = 14) | p-valor |
|--|----------------|----------------|---------|
| Idade (anos) | 42,57 ± 8,93 | 39 ± 6,87 | 0,24 |
| Massa (kg) | 71,02 ± 12,54 | 77,86 ± 11,35 | 0,14 |
| Estatura (cm) | 1,69 ± 0,06 | 1,73 ± 0,05 | 0,07 |
| IMC (kg/m ²) | 24,69 ± 3,61 | 25,85 ± 3,10 | 0,41 |
| $PI_{max_{Prev}}$ (cmH ₂ O) | 117,37 ± 13,86 | 124,15 ± 5,42 | 0,10 |
| $PI_{max_{Obt}}$ (cmH ₂ O) | 113,21 ± 30,14 | 138,29 ± 11,75 | 0,01 |
| Tempo de prática (anos) | 6,86 ± 7,89 | 8,07 ± 6,90 | 0,66 |
| Quantidade de treinos (semanal) | 3,00 ± 1,03 | 3,85 ± 1,40 | 0,07 |
| Treino diário (horas) | 1,56 ± 0,37 | 2,32 ± 0,72 | 0,001 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). G1; Grupo 1; G2: Grupo 2; IMC: Índice de Massa Corporal expressa em Kg/m²; $PI_{max_{prev}}$: Pressão Inspiratória Máxima Prevista expressa em cmH₂O; $PI_{max_{obt}}$: Pressão Inspiratória Máxima Obtida expressa em cmH₂O. *p=0,02: diferença entre $PI_{max_{prev}}$ e $PI_{max_{obt}}$ do G2.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das W_r ($W \cdot kg^{-1}$) referentes as classificações do *PP* identificadas no protocolo *FTP*. Com exceção da *W* 5 s, as demais variáveis apresentaram diferenças significativas nas comparações entre os grupos, sendo os maiores valores registrados no G2. Quanto a classificação *FTP*, os dados estão apresentados em valores absolutos e em percentual e não foram encontradas diferenças significativas entre G1 e G2.

Tabela 3 – Resultados de *W* 5 s, *W* 1 min, *W* 5 min, *FTP* e classificações do *PP*. (Valores em média e DP).

| Variáveis/Classificações | G1 (n=14) | G2 (n=14) | p-valor | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------|-----------|------|
| <i>W</i> 5 s ($W \cdot kg^{-1}$) | 6,37 ± 1,99 | 7,30 ± 1,43 | 0,16 | |
| <i>W</i> 1 min ($W \cdot kg^{-1}$) | 2,60 ± 0,76 | 3,10 ± 0,59 | 0,05 | |
| <i>W</i> 5 min ($W \cdot kg^{-1}$) | 2,03 ± 0,57 | 2,49 ± 0,43 | 0,02 | |
| <i>FTP</i> ($W \cdot kg^{-1}$) | 1,61 ± 0,44 | 1,94 ± 0,25 | 0,01 | |
| Classificações do <i>PP</i> | Destreinado – n (%) | 12 (85,7) | 11 (78,6) | 0,62 |
| | Razoável – n (%) | 2 (14,3) | 3 (21,4) | 0,62 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; $W \cdot kg^{-1}$: *Watts* por quilograma de massa corporal (*W* relativizada); *W* 5 s: equivalente a Potência Neuromuscular; *W* 1 min: equivalente a capacidade anaeróbia; *W* 5 min: equivalente ao Consumo máximo de Oxigênio (VO_{2max}); *FTP*: equivalente ao Limite de potência Funcional; n: número de participantes; %: percentual da amostra.

Na Tabela 4 encontram-se os valores da distância final obtida no teste *FTP*. A comparação entre os grupos mostrou valores significativamente maiores para o G2 em relação ao G1.

Tabela 4 – Comparação entre as distâncias obtidas no Teste *FTP* nos grupos estudados. (Valores em média e DP).

| Variável | G1 (n=14) | G2 (n=14) | p-valor |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------|
| Distância final obtida (km) | 28,561 ± 3,06 | 39,147 ± 2,93 | <0,0001 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). G1: Grupo 1; G2: Grupo 2.

Os valores registrados de NP° no aquecimento e no final protocolo, estão apresentados na Tabela 5, onde observa-se que o G2 apresentou valores significativamente maiores que o G1.

Tabela 5 – Valores registrados de NP° no aquecimento e no final do protocolo *FTP*, nos grupos estudados. (Valores em média e DP).

| Variáveis | G1 (n=14) | G2 (n=14) | p-valor |
|--|----------------|----------------|---------|
| NP° no aquecimento (<i>W</i>) | 100,79 ± 32,54 | 133,43 ± 22,86 | 0,007 |
| NP° final (<i>W</i>) | 118,93 ± 27,95 | 166,07 ± 39,41 | 0,001 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; *W*: *Watts*; NP° do inglês, *Normalized Power* (Potência Normalizada).

A Tabela 6 refere-se aos valores de *MP* obtidas no aquecimento e ao final do protocolo *FTP*, onde a comparação entre os grupos mostrou valores significativamente maiores para o G2.

Tabela 6 – Valores registrados de *MP* no aquecimento e no final do protocolo *FTP*. (Valores em média e DP).

| Variáveis | G1 (n=14) | G2 (n=14) | p-valor |
|------------------------------|-----------------|-----------------|---------|
| <i>MP</i> no aquecimento (W) | 257,71 ± 128,80 | 377,93 ± 124,38 | 0,01 |
| <i>MP</i> final (W) | 520,10 ± 156,70 | 650,10 ± 134,82 | 0,02 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; W: Watts; *MP* do inglês, *Max Power* (Potência Máxima).

A Tabela 7 apresenta os valores de *MMP* obtidos no aquecimento e ao final do protocolo *FTP*, onde observou-se diferença significativa entre os grupos, sendo os maiores valores no G2.

Tabela 7 – Valores registrados de *MMP* no aquecimento e no final do protocolo *FTP*. (Valores em média e DP).

| Variáveis | G1 (< 33,49 km) | G2 (> 33,49 km) | p valor |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|---------|
| <i>MMP</i> no aquecimento (W) | 96,30 ± 32,39 | 127,71 ± 23,86 | 0,007 |
| <i>MMP</i> final (W) | 109,50 ± 26,74 | 145,71 ± 19,92 | 0,0004 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; W: Watts; *MMP* do inglês, *Maximal Mean Power* (Potência Média Máxima).

A Tabela 8 apresenta as correlações entre $PI_{\text{maxO}bt \text{ pré}}$ e as variáveis distância final obtida e as Wa (NP° , MP , MMP) obtidas no aquecimento. Os resultados mostraram correlações significativas entre todas as variáveis.

Tabela 8 – Correlações entre $PI_{\text{maxO}bt \text{ pré}}$, distância final, NP° , MP e MMP registradas no aquecimento do Teste *FTP*.

| Variável | vs. | (r) | (r ²) | p-valor | Classificação |
|--|---------------------------------|------|-------------------|---------|---------------|
| $PI_{\text{maxO}bt \text{ pré}}$ (cmH ₂ O) | Distância (km) | 0,51 | 0,22 | 0,01 | Moderada |
| | NP° no aquecimento (W) | 0,40 | 0,15 | 0,03 | Baixa |
| | MP no aquecimento (W) | 0,37 | 0,13 | 0,04 | Baixa |
| | MMP no aquecimento (W) | 0,37 | 0,13 | 0,04 | Baixa |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). $PI_{\text{maxO}bt \text{ pré}}$: pressão inspiratória máxima obtida antes do início do Teste *FTP*; r: coeficiente de correlação; r²: coeficiente de determinação; W: Watts; NP° do inglês, *Normalized Power* (Potência Normalizada); MP do inglês, *Max Power* (Potência Máxima); MMP : do inglês, *Maximal Mean Power* (Potência Média Máxima).

Na Tabela 9 estão apresentadas as análises de correlação entre a PI_{max} obtida no final do protocolo *FTP* e as variáveis de potência e distância também obtidas no final do protocolo. Os resultados mostram que houve correlação para a distância e para a *MMP*.

Tabela 9 – Correlações entre $PI_{max_{obt\ pós}}$ e as variáveis distância, NP° , *MP* e *MMP* registradas no final do protocolo *FTP*.

| Variável | vs. | (r) | (r ²) | p-valor | Classificação |
|---|------------------------|-------|--------------------|---------|----------------|
| $PI_{max_{obt\ pós}}$ (cmH ₂ O) | Distância (km) | 0,40 | 0,15 | 0,03 | Baixa |
| | NP° final (W) | 0,22 | 0,05 | 0,24 | Insignificante |
| | <i>MP</i> final (W) | 0,24 | 0,06 | 0,20 | Insignificante |
| | <i>MMP</i> final (W) | 0,34 | 0,11 | 0,05 | Baixa |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). $PI_{max_{obt\ pós}}$: pressão inspiratória máxima obtida no final do protocolo *FTP*; r: coeficiente de correlação; r²: coeficiente de determinação; W: Watts; NP° do inglês, *Normalized Power* (Potência Normalizada); *MP* do inglês, *Max Power* (Potência Máxima); *MMP*: do inglês, *Maximal Mean Power* (Potência Média Máxima).

Na Tabela 10 estão apresentadas as análises de correlação entre a distância final obtida no protocolo *FTP* e as variáveis de *Wa* (NP° , *MP*, *MMP*) obtidas no aquecimento e ao final do protocolo. Os resultados mostram que houve correlação para todas as variáveis.

Tabela 10 – Correlações entre distância final obtida e as variáveis NP° , *MP* e *MMP* registradas no aquecimento e no final do protocolo *FTP*.

| Variável | vs. | (r) | (r ²) | p-valor | Classificação |
|-------------------|------------------------------|-------|--------------------|---------|---------------|
| Distância (km) | NP° aquecimento (W) | 0,61 | 0,37 | 0,0005 | Moderada |
| | <i>MP</i> aquecimento (W) | 0,38 | 0,14 | 0,04 | Baixa |
| | <i>MMP</i> aquecimento (W) | 0,59 | 0,34 | 0,001 | Moderada |
| | NP° final (W) | 0,75 | 0,56 | <0,0001 | Alta |
| | <i>MP</i> final (W) | 0,52 | 0,27 | 0,004 | Moderada |
| | <i>MMP</i> final (W) | 0,74 | 0,55 | <0,0001 | Alta |

Fonte: Elaborado pelo autor (2024). r: coeficiente de correlação; r²: coeficiente de determinação; W: Watts; NP° do inglês, *Normalized Power* (Potência Normalizada); *MP* do inglês, *Max Power* (Potência Máxima); *MMP*: do inglês, *Maximal Mean Power* (Potência Média Máxima).

6 DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo mostraram que os ciclistas do G2 apresentaram melhores resultados do que os do G1 para as variáveis $PI_{max_{obt}}$, volume diário de treino, distância obtida no teste, *NP*, *MP* e *MMP*. Além disso, houve correlação positiva entre a PI_{max} inicial com a distância percorrida no teste de esforço, bem como houve correlação positiva entre a PI_{max} inicial com todas as variáveis de desempenho.

Em relação a PI_{max} obtida ao término do teste de esforço, observou-se correlação com a distância e com a *MMP*. Quando realizada a análise da relação entre a distância e as variáveis de potência, houve correlação, tanto para os achados iniciais, quanto finais do teste FTP.

Registros internacionais de Jeukendrup, Craig, Hawley (2000) determinaram para ciclistas profissionais (± 1 /ano experiência) que volumes de 2 – 3 x/sem e duração 30 – 60 min são importantes para o pleno desenvolvimento das capacidades, sugerindo que melhores resultados podem ser alcançados com maiores volumes de treinamento, o que possivelmente explique o melhor desempenho do G2, uma vez que apresentavam maior volume de treino diário em relação ao G1.

Sabendo-se que o trabalho muscular respiratório é um importante determinante na condutância vascular para os membros em atividade durante os exercícios e que em níveis elevados de exigência dessa musculatura o processo de vasoconstrição nos membros em atividade podem interferir no rendimento (St CROIX et al, 2000, HARMS et al., 2000), talvez, os melhores resultados do G2, também possam ser justificados, uma vez que apresentaram maiores valores de

$P_{I\max}$, que resultaram em vantagem no resultado final, bem como na capacidade aumentada e significativa de horas de treino suportadas devido à melhor força muscular inspiratória identificada nos voluntários deste grupo.

Ressalta-se que mesmo o estudo não investigando quanto ao tipo de periodização utilizada, o que poderia auxiliar em análises de comparação ou correlações com os volumes identificados nos grupos, nossos resultados encontram apoio no trabalho de revisão de Galán-Rioja et al (2023) que avaliando o volume (h/sem) nas periodizações (tradicional e em bloco) em ciclistas treinados, identificaram, respectivamente volumes entre: 7,5 – 10,76 h/sem e 8,75 – 11,68 h/sem, sendo esses valores compatíveis aos achados para o G2.

Os autores destacam que, embora atletas em desenvolvimento normalmente treinem mais, parece ser razoável que intervalos de 7 e 12 h/sem são determinantes no desempenho no ciclismo, embora não haja evidências de que um modelo específico de periodização (8 a 12 sem) ou um modelo de programação diária (realidade para a maioria dos ciclistas recreacionais), seja mais eficaz em ciclistas de estrada treinados e não-elite.

Esses dados nos permitindo entender que, ciclistas recreacionais que visem resultados em quilometragem alcançada e/ou melhora no desempenho das VRD, devem realizar volumes mínimos de 3 x/sem (independente da metodologia utilizada – tradicional ou em bloco).

Após caracterizar e classificar os *PP* (Tabela 3), identificamos significância nas comparações entre *W* 1 min (capacidade anaeróbica); *W* 5 min ($VO_2\max$) e *FTP* (Limite de potência Funcional ou *LT*), exceto para *W* 5 s (Potência Neuromuscular). Compreendemos que essa exceção se explica pelos valores absolutos e percentuais das classificações do *PP*, pois, todos os “destreinados”

(82,1%) e os “razoáveis” (17,9%) não atingiram os valores inferiores mínimos da cat. V em relação ao $W5$ s.

Bernardi et al (2014) avaliaram o efeito de treinamento muscular inspiratório no desempenho do ciclismo e corrida de triatletas alocados em dois grupos (treinamento e controle) e após avaliação inicial os atletas foram submetidos a cinco semanas de treinamento e reavaliados.

Foram encontrados aumentos significativos na Pl_{max} , na carga de trabalho e velocidade do grupo treinado. No entanto, não foram detectadas diferenças no grupo controle em nenhum dos testes. Assim, concluíram que o TMI aumenta significativamente o desempenho no exercício, uma vez que aumenta a eficiência da força muscular respiratória.

Baseado nestas informações, entendemos ser possível que a ausência de correlação com os valores de $W5s$ no *PP* se justifiquem pela incapacidade dos voluntários de promoverem demandas metabólicas suficientes para ativar os mecanismos fisiológicos associados à potência neuromuscular ($W5$ s) devido aos baixos níveis de condicionamento (destreinado e razoável).

Valenzuela et al (2022) descrevendo a tipologia dos *PP* (*all-rounder*, perseguidores, escaladores e velocistas) de 144 ciclistas *World Tour* (*WTour*) e *Pro Tour* (*PTour*), buscando possíveis diferenças nos registros de *MMP* (W_r e W_a), identificaram maiores valores de W_r e W_a em esforços de 1 s; somente para W_r nos esforços de 60 – 240 s e somente para W_a nos esforços ≥ 5 min.

Sitko, Cirer-Sastre, López-Laval (2022) ao avaliarem se o tempo até exaustão no *FTP* em ciclistas com diferentes níveis (recreacionais, treinados, bem treinados e profissionais) influencia o desempenho e Lee et al (2002) avaliando ciclistas profissionais antropometricamente semelhantes, identificaram

respectivamente, que: existem correlações entre o tempo até exaustão vs. experiência e nível de desempenho e que maiores e significantes valores de W_r ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) e FTP ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) são importantes para o entendimento individual do PP dos ciclistas.

Visto que os valores de caracterização registrados para G1 e G2 na Tabela 1 (massa corporal, estatura, IMC, tempo de prática e volume de treino semanal) não apresentaram diferenças significantes, e, portanto, assim como no estudo de Lee et al (2002) são ciclistas semelhantes, nossos achados convergem das observações dos referidos autores no que diz respeito ao desempenho dos ciclistas recreacionais, indicando que maiores W_r ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) constituem-se como uma importante VRD (confirmado pelos maiores e significativos desempenhos nas distâncias alcançadas pelos voluntários quando comparados).

Todas as demais variáveis relacionadas a W_a em ambos os momentos de registros, aquecimento e ao final do protocolo, também demonstraram valores maiores e significativos no G2 quando comparados ao G1. Desta maneira, considerando as condições de participação estipuladas para esse estudo e as conclusões de Mateo-March et al (2022), que sugeriram que as avaliações em condições de repouso, podem ser mais precisas em comparação as realizadas após diferentes níveis de trabalho em ciclistas W_{Tour} e P_{Tour} , nossos achados indicam que valores mais elevados de NP° , MP e especialmente os valores da MMP final, são extremamente importantes para que ciclistas recreacionais obtenham um melhor desempenho.

Cabe ressaltar as observações de Vinetti et al (2023) que identificaram valores significativamente superior em relação ao desempenho do FTP de campo

sobre o laboratorial ao avaliarem ciclistas juniores, chamando a atenção para que treinadores e pesquisadores considerem esta discrepância.

Em relação as *MMP*, eventos em velódromos (pista) com duração de 3 a 5 min, são produzidos valores de 500 – 600 *W* e no recorde da h (1h no velódromo) valores de \cong 440 *W*. Entretanto, em alguns eventos de rua, a natureza estocástica dos valores de *MMP* podem ser relacionadas as distâncias, tipo de prova (contrarrelógio, critério, saídas em massa), bem como, táticas da equipe (JEUKENDRUP, GRAIG, HAWLEY, 2000).

Além disso, van Erp, Lamberts, Sanders (2022) avaliando o *PP* dos cinco primeiros colocados em corridas *WTour* durante os anos 2012 – 2019 nas condições de *sprint* plano e *sprint* semimontanha (\cong 1.500 m) e provas em montanha (+ 3000 m) através da *MMP* $W \cdot kg^{-1}$ e utilizando ampla faixa de durações (5 s a 60 min), concluíram que *MMP* de curta duração (< 60 s) são importantes para finais em *sprint* planos; *MMP* de longa duração (> 3 min) em semimontanha e particularmente *MMP* > 10 min é o principal determinante para o sucesso nas montanhas.

Sobre as análises de correlação, ressalta-se que as combinações com a variáveis: $PI_{max_{Obt\ pré}}$, identificou-se correlações positiva vs. as distâncias finais percorridas e vs. as três variáveis relacionadas com a *Wa*: NP° , *MP* e *MMP*. Em relação a $PI_{max_{Obt\ pós}}$, observou-se correlações com a distância final obtida e *MMP* final e quando realizada as análises entre as distâncias finais obtidas e as variáveis da *Wa* (NP° , *MP* e *MMP*), também identificamos correlações positivas nas duas condições: vs. aquecimento e vs. final do protocolo.

Com base nos resultados encontrados nas comparações entre os grupos, procuramos verificar a existência de relação entre a força muscular

inspiratória e variáveis de desempenho. Os resultados indicaram correlações positivas, mostrando que os ciclistas com maiores valores de $PI_{max_{obt}}$ foram os que apresentaram maiores valores da distância e de variáveis de desempenho.

Tanto os resultados das comparações entre os grupos quanto as análises das correlações sugerem que a força muscular inspiratória parece influenciar no desempenho dos ciclistas recreacionais que participaram do presente estudo.

Assim, a hipótese de que a força muscular inspiratória pode ter minimizado a fadiga diafragmática e proporcionado um melhor desempenho, pode ser reforçada pelos resultados encontrados. As correlações entre a PI_{max} e as variáveis de desempenho apresentaram-se positivas e significativas, ou seja, quanto maior a FMI, maior o desempenho.

Tendo em vista a afirmativa de McConnell e Lomax (2006) de que o aumento da força e da resistência da musculatura inspiratória pode prevenir ou até adiar a fadiga diafragmática, sugerimos que a correlação encontrada entre a PI_{max} e a distância percorrida, por exemplo, justifica-se pelo fato da menor ativação das fibras aferentes do tipo III e IV, o que manteria um fluxo sanguíneo adequado aos músculos ativos, fazendo com que houvesse menor acúmulo de metabólitos e subprodutos da contração muscular, gerando menor desequilíbrio ácido básico, melhorando assim o desempenho dos músculos durante o teste (St Croix et al., 2000).

Atividades físicas de alta intensidade são capazes de promover fadiga da musculatura inspiratória (JOHNSON et al, 1993) e segundo St Croix et al (2000), a fadiga desta musculatura gera uma resposta vasoconstritora nos músculos dos membros ativos através da elevação da liberação de mediadores simpáticos, em

decorrência da maior ativação das fibras aferentes do tipo III (mecanossensitivas) e IV (quimiossensitivas) na musculatura inspiratória.

Assim, este mecanismo promove menor oferta de sangue e oxigênio à musculatura dos membros ativos, gerando queda no rendimento destes músculos pela exacerbação do desequilíbrio ácido básico gerado pelo exercício físico (HARMS et al, 2000; St CROIX et al, 2000).

Mesmo não submetendo os voluntários ao TMR, à partir de outros estudos (Volianitis, McConnell e Jones, 2001 e Johnson, Sharpe e Brown, 2007) que identificaram melhoras em remadores e ciclistas (respectivamente, provas de 5000 m e 25 km), podemos concluir que as relações encontradas entre PI_{max} , distância percorrida e demais variáveis de desempenho, possam ter ocorrido pela menor ativação das fibras aferentes do tipo III e IV durante o esforço.

Na busca por entender o comportamento das relações entre índices fisiológicos aeróbios e desempenho em provas de curta e média duração no ciclismo, Sangali et al (2013) concluíram que os índices fisiológicos aeróbios determinados em laboratórios não se correlacionaram com o desempenho em provas de campo, não sendo possível prever desempenho para grupo de ciclistas profissionais.

Mas, apesar dos nossos resultados serem baseados em observações realizadas em ambiente laboratorial e também por não termos realizado TMR nos voluntários, as correlações identificadas referentes as pressões inspiratórias e distâncias nos permitem entender que, quando são analisados ciclistas recreacionais, os resultados laboratoriais apresentam importantes correlações, indicando que estas variáveis têm valores de determinação sobre o desempenho.

Apontamos como limitação a impossibilidade de aplicação de um desenho

de estudo utilizando-se ensaio clínico randomizado e controlado e a não utilização do treinamento muscular inspiratório, contudo, os resultados apresentam-se como um norteador para a comunidade científica, técnicos e treinadores, que precisam de respostas práticas com embasamento teórico e científico.

7 CONCLUSÕES

Apesar da inexistência de estudos prévios que tenham analisado conjuntamente o comportamento das PRM através da força muscular inspiratória ($PI_{max_{prev}}$ e $PI_{max_{obt}}$) com as distâncias finais obtidas e suas correlações com as variáveis NP° , MP e MMP em ciclistas recreacionais, o que em parte limita as discussões com respostas similares, os resultados observados nos permitem concluir que:

1. Mesmo apresentando valores mínimos e insignificantes nas classificações do PP , quando se trata de ciclistas recreacionais as variáveis $PI_{max_{obt \text{ pré}}}$, $PI_{max_{obt \text{ pós}}}$ e distâncias finais obtidas exercem influência sobre as variáveis da W (NP° , MP e MMP) o no desempenho final destes ciclistas.

2. Considerando todos os resultados, especialmente das correlações entre a distância e as variáveis NP° , MP e MMP finais, fica evidente a importância de se buscar sempre maiores valores destas quando se almeja melhores desempenhos em eventos em que as distâncias serão determinantes, como nas provas de maratonas ciclísticas ou provas de semanas, disputadas por equipes $WTour$, $PTour$ e ou ciclistas recreacionais.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

Mesmo não sendo submetidos ao TMR para entendimento de possíveis alterações nas condições pré e pós e suas influências sobre o desempenho das variáveis observadas, os achados aqui apresentados, representam senão uma direção ideal, um real direcionamento para que treinadores e ciclistas recreacionais possam utilizar os recursos que as tecnologias associadas aos *PM* oferecem de maneira acessível, no sentido de captura e controle do desempenho prático (como os valores de *W*) permitindo assim ajustes baseados em evidências científicas.

Assim, as características do *PP* poderão ser direcionadas de maneira ímpar para se atingir os melhores desempenhos possíveis uma vez que essas informações podem favorecer o aprimoramento das características positivas e minimização das deficiências, o que implicará diretamente sobre o desempenho de ciclistas, sejam recreacionais ou não.

REFERÊNCIAS*2

ABEL, A.; GRAPPE, F. Power output and affective load change during time trial according to environmental conditions. *Journal of Science and Cycling*, v. 3, n. 2, p. 2-2, 2014.

ALLEN, H.; COGGAN, A. **Training and Racing with a Power Meter**. 2ª ed. Boulder: Velo Press; 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: Informação e documentação – Referências - Elaboração**. Rio de Janeiro, p. 68. 2018.

Disponível em:

_____. **NBR 6024: Informação e documentação: Numeração progressiva das seções de um documento - Apresentação**. Rio de Janeiro, p. 8. 2012.

_____. **NBR 6027: Informação e documentação: Sumário - Apresentação**. Rio de Janeiro, p. 7. 2012.

_____. **NBR 6028: Informação e documentação: Resumo, resenha e resenção - Apresentação**. Rio de Janeiro, p. 7. 2021.

* Baseada na norma NBR 6023 de 2018, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

_____. **NBR 10520: Informação e documentação: Citações em documentos -**

Apresentação. Rio de Janeiro, p. 23. 2023. Disponível em:

<https://www.unitins.br/cms/Midia/Arquivos/638277728147213262.pdf>. Acessado em: 20 jan. 2024.

_____. **NBR 14724: Informação e documentação: Trabalhos acadêmicos -**

Apresentação. Rio de Janeiro, p. 15. 2011. Disponível em:

<https://ppgham.unir.br/uploads/27093751/ABNT/NBR14724%20-%20Trabalhos%20academicos.pdf>. Acessado em: 20 jan. 2024.

ATKINSON, G.; DAVISON, R.; JEUKENDRUP, A.; PASSFIELD, L. Science and cycling: current knowledge and future directions for research. *J Sports Sci.* v. 21, n. 9, p. 767-787, 2003. DOI: 10.1080/0264041031000102097.

BALMER, J.; DAVISON, R.C.; BIRD, S.R. Peak power predicts performance power during an outdoor 16.1-km cycling time trial. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 32, n. 8, p. 1485-1490, Aug, 2000. DOI: 10.1097/00005768-200008000-00018. PMID: 10949016.

BERNARDI, E.; MELLONI, E.; MANDOLESI, G.; ULIARI, S.; GRAZZI, G.; COGO, A. Respiratory Muscle Endurance Training Improves Breathing Pattern in Triathletes. *Ann Sports Med Res.* 2014 (1):1003.

BINI, R.R.; CARPES, F.P. (2014) **Introduction to Biomechanical Analysis for Performance Enhancement and Injury Prevention.** In: Bini, R.; Carpes, F. (eds)

Biomechanics of Cycling. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05539-8_1

BLACK, L.F.; HYATT, R.E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. v. 99, n. 5, p. 696-702, 1969. DOI:10.1164/arrd.1969.99.5.696.

BOUILLIOD, A.; PINOT, J.; SOENEN, F.; OUVRARD, T.; GRAPPE, F. Dependence of the Nature of the Pedaling Activity on Maximal Aerobic Power in Cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*., v. 12, n. 1, p. 44-49, jan. 2017. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0489. PMID: 27002343

BOUILLIOD, A.; PINOT, J.; SOTO-ROMERO, G.; BERTUCCI, W.; GRAPPE, F. Validity, Sensitivity, Reproducibility, and Robustness of the PowerTap, Stages, and Garmin Vector Power Meters in Comparison With the SRM Device. *Int J Sports Physiol Perform*. v. 12, n. 8, p. 1023-1030, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0436>. Epub 2016 Dec. 14. PMID: 27967278.

BRASIL. Conselho Nacional De Saúde. Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: www.conselho.gov.br. Acessado em: 12 ago. 2017.

BROEDER, C.E. Power meter principles for optimizing testing, training and performance strategies in cycling. *In: Routledge handbook of ergonomics in sport and exercise*. ed. Youlian Hong (Abingdon: Routledge, 15 nov. 2013).

Acessado em: 17 jan. 2024, Routledge Handbooks Online.

<https://doi.org/10.4324/9780203123355-30>

CAINE, M. P.; MCCONNELL, A. K. Pressure threshold inspiratory muscle training improves submaximal cycling performance. In: ***Third Annual Conference of the European College of Sport Science***. The Centre for Health Care Development Manchester, UK, 1998. p. 101.

CANDOTTI, C.T.; RIBEIRO, J.; SOARES, D.P.; OLIVEIRA, A.R.; LOSS, J.F.; GUIMARÃES, A.C.S. Effective force and economy of triathletes and cyclists. ***Sports Biomech.***, v. 6, n. 1, p. 31-43, jan. 2007. DOI: 10.1080/14763140601058490. PMID: 17542176.

CAPOSTAGNO, B.; LAMBERT, M.I.; LAMBERTS, R. P. A Systematic Review of Submaximal Cycle Tests to Predict, Monitor, and Optimize Cycling Performance. ***Int J Sports Physiol Perform***, v. 11, n. 6, p. 707-714, 2016. DOI:10.1123/ijsp.2016-0174

CHRISTENSEN, P.M.; ANDREASEN, J.J.; LYNGHOLM, J.; SØGAARD, O.; LYKKESTRUP, J.; HOSTRUP, M.; NYBO, L.; BANGSBO, J. Importance of training volume during intensified training in elite cyclists: Maintained vs. reduced

volume at moderate Intensity. **Scand J Med Sci Sports.**, v. 34 (e14362), 2024.

DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.14362>.

COGGAN, A.R. **Level II coaching manual training and racing with a power meter: an introduction**, VeloPress, 2ª Ed., 2012. ISBN: 937716155, 9781937716158, 344p.

COSTA, V.P.; NAKAMURA, F.Y.; de OLIVEIRA, F.R. (2017). Aspectos fisiológicos e de treinamento de mountain bikers brasileiros. **Revista de Educação Física/Journal of Physical Education**, v. 76, n. 136, 2007.

COUTTS, A.J.; SLATTERY, K.M.; WALLACE, L.K. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. **J Sci Med Sport**, v. 10, p. 372-381, 2007, PubMed, DOI:10.1016/j.jsams.2007.02.007

COYLE, E.F.; COSTILL, D.L.; LESMES, G.R. Leg extension power and muscle fiber composition. **Medicine and Science in Sports**, v. 11, n. 1, p. 12–15, 1979. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/158119/>

COYLE, E.F.; FEIRING, D.C.; ROTKIS, T.C.; COTE III, R.W.; ROBY, F.B.; LEE, W.; WILMORE, J.H. Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. **Journal of Applied Physiology**, v. 51, n. 6, p. 1437–1442, 1981. <https://doi.org/10.1152/jappl.1981.51.6.1437>

COYLE, E.F.; FELTNER, M.E.; KAUTZ, S.A.; HAMILTON, M.T.; MONTAIN, S.J.; BAYLOR, A.M.; ABRAHAM, L.D.; PETREK, G.W. Physiological and

biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 23, n. 1, p. 93-107, jan. 1991. PMID: 1997818.

CROUCH, T.N.; BURTON, D.; LaBRY, Z.A.; KIM, B.B. Riding against the wind: a review of competition cycling aerodynamics. **Sports Eng**, v. 20, p. 81-110, 2017. <https://doi.org/10.1007/s12283-017-0234-1>

CYCLEPOWERMETERS – Disponível em:

<https://www.cyclepowermeters.com/powermap/hub-power-meters.html>. Acessado em: 21 jan. 2024.

DENHAM, J.; SCOTT-HAMILTON, J.; HAGSTROM, A.D.; GRAY, A. J. Cycling Power Outputs Predict Functional Threshold Power and Maximum Oxygen Uptake. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 12, p, 3489-3497, Dec. 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002253

DIEFENTHAELER, F.; BINI, R. R.; VAZ, M. A. Análise da técnica de pedalada durante o ciclismo até a exaustão. **Motriz: rev. educ. fis.** Rio Claro, v.18 n. 3, p.476-486, jul./set. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742012000300008>

DIEFENTHAELER, F.; CANDOTTI, C.T.; RIBEIRO, J.; OLIVEIRA, A.R. Comparação de respostas fisiológicas absolutas e relativas entre ciclistas e triatletas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, p. 205-208, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000300015>

DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M.A. Aspectos relacionados à fadiga durante o ciclismo: uma abordagem biomecânica. **Rev Bras Med Esporte**, v. 14, n. 5, p. 472-477, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922008000500014>

DOBIASCH, M. Training Characteristics of Athletes in Golden Cheetah Open Data. **Journal of Science and Cycling**, v. 9, n. 2, p. 55-56, 30 Dec. 2020.

DODD, S.L.; POWERS, S.K.; THOMPSON, D.; LANDRY, G.; LAWLER, J. Exercise performance following intense, short-term ventilatory work. **Int J Sports Med.**, v. 10, n. 1, p. 48-52, 1989. DOI: 10.1055/s-2007-1024873

DOREL, S.; HAUTIER, C.; RAMBAUD, O.; ROUFFET, D.; Van PRAAGH, E.; LACOUR, J.R.; BOURDIN, M. Torque and power-velocity relationships in cycling: Relevance to track sprint performance in world-class cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 9, p. 739–746, 2005. <https://doi.org/10.1055/s-2004-830493>

EBERT, T.R.; MARTIN, D.T.; McDONALD, W.; VICTOR, J.; PLUMMER, J.; WITHERS, R.T. Power output during women's World Cup road cycle racing. **Eur J Appl Physiol.**, v. 95, n. 5-6, p. 529-536, 2005. DOI: 10.1007/s00421-005-0039-y.

FARIA, E.W.; PARKER, D.L.; FARIA, I.E. The science of cycling: physiology and training - part 1. **Sports Med.**, v. 35, n. 4, p. 285-312, 2005. DOI: 10.2165/00007256-200535040-00002. PMID: 15831059.

_____. The science of cycling: factors affecting performance - part 2. **Sports Med.**, v. 35, n. 4, p. 313-337, 2005. DOI: 10.2165/00007256-200535040-00003. PMID: 15831060.

FERREIRA, B. de S. **Ciclocomputador utilizando microcontrolador 8051 e o compêndio de atividades físicas.** UNICEUB – Centro Universitário de Brasília FATECS – Faculdade De Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas Curso de Engenharia De Computação, p. 109, 2008.

FRANCIS, J.T.Jr.; QUINN, T.J.; AMANN, M.; LaROCHE, D.P. *Defining Intensity Domains from the End Power of a 3-min All-out Cycling Test.* **Med Sci Sports Exerc.**, v. 42, n. 9, p. 1769–1775, Sep. 2010. DOI:10.1249/mss.0b013e3181d612e8. PMID: 20142776.

FRIEL, J. **The power meter handbook:** A User's Guide for Cyclists and Triathletes. Boulder: Velopress, 2012. 159 p.

GALÁN-RIOJA M.Á.; GONZALEZ-RAVÉ, J.M.; GONZÁLEZ-MOHÍNO, F.; SEILER, S. Training Periodization, Intensity Distribution, and Volume in Trained Cyclists: A Systematic Review. **Int J Sports Physiol Perform.**, v. 18, n. 2, p. 112-122, jan. 2023. DOI: 10.1123/ijsp.2022-0302. PMID: 36640771.

GARDNER, A.S.; STEPHENS, S.; MARTIN, D.T.; LAWTON, E.; LEE, H.; JENKINS, D. Accuracy of SRM and power tap power monitoring systems for

bicycling. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 36, n. 7, p. 1252-1258, jul. 2004. DOI: 10.1249/01.mss.0000132380.21785.03. PMID: 15235334.

GARMIN. Disponível em: <https://www.garmin.com/en-US/>. Acesso em: 25 set. 2023.

_____. Manual do utilizador Garmin Edge 1000. Disponível em: https://www8.garmin.com/manuals/webhelp/edge1000/PT-PT/Edge_1000_OM_PT-PT.pdf. Acesso em: 11 jan. 2024.

GONÇALVES, R.S. **Rolo de treinamento indoor para ciclismo**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Controle e Automação, Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/249032>. Acesso em: 16 out. 2023.

GRIFFITHS, L.A.; McCONNELL, A.K. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *Eur J Appl Physiol.*, v. 99, p. 457-466, 2007. DOI: [10.1007/s00421-006-0367-6](https://doi.org/10.1007/s00421-006-0367-6)

HAGAN, R.D.; WEIS, S.E.; RAVEN, P.B. Effect of pedal rate on cardiorespiratory responses during continuous exercise. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 24, n. 10, p. 1088-1095, 1992. PMID: 1435156.

HAGBERG, J.M.; MULLIN, J.P.; GIESE, M.D.; SPITZNAGEL, E. Effect of pedaling rate on submaximal exercise responses of competitive cyclists. ***J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.***, v. 51, n. 2, p. 447-451, 1981.

DOI:10.1152/jappl.1981.51.2.447.

HARMS, C.A.; WETTER, T.J.; St CROIX, C.M.; PEGELOW, D.F.; DEMPSEY, J.A. Effects of respiratory muscle work on exercise performance. ***J Appl Physiol*** (1985), v. 89, n. 1, p.131-138, 2000. DOI:10.1152/jappl.2000.89.1.131.

HAWLEY, J.A.; NOAKES, T.D. Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. ***Eur J Appl Physiol Occup Physiol.***, v. 65, n. 1, p. 79-83, 1992. DOI: 10.1007/BF01466278. PMID: 1505544.

HOOGEVEEN, A.R.; HOOGSTEEEN, G.S. The ventilatory threshold, heart rate, and endurance performance: relationships in elite cyclists. ***Int J Sports Med.***, v. 20, n. 2, p. 114-117, Feb, 1999. DOI: 10.1055/s-2007-971103. PMID: 10190772.

IBGE – Normas de apresentação tabular / IBGE, Centro de Documentação e Disseminação de Informações – Rio de Janeiro, IBGE, 1993, 61p.

IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.

IGLESIAS PINO, J. **Validez y reproducibilidad de un nuevo medidor de potencia utilizado en ciclismo (power2max) en comparación con un estándar de medición de potencia (powertap) = Validity and reproducibility of a new**

powermeter used in cycling (power2max) compared to a standard powermeter (powertap). Tese (Máster Universitario en Entrenamiento y Rendimiento Deportivo) – Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte da Universidade de Leon, p. 43, 2018.

IMPELLIZZERI, F.M., MARCORA, S.M. Fisiología del Mountain Bike. *PubliCE*, v. 7, 2007.

INTRIAGO HIDALGO, U.A. **Análisis de la utilidad de los dispositivos garmin para los ciclistas de montaña en el cantón Santo Domingo.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.

JANSSENS. L.; BRUMAGNE, S.; McCONNELL, A.K.; RAYMAEKERS, J.; GOOSSENS, N.; GAYAN-RAMIREZ, G.; HERMANS, G.; TROOSTERS, T. The assessment of inspiratory muscle fatigue in healthy individuals: a systematic review. *Respir Med.*, v. 107, n. 3, p.331-346, 2013.
DOI:10.1016/j.rmed.2012.11.019.

JEUKENDRUP, A.E.; CRAIG, N.P.; HAWLEY, J.A. The bioenergetics of World Class Cycling. *J Sci Med Sport.*, v, 3, n. 4, p. 414-33, Dec. 2000. DOI: 10.1016/s1440-2440(00)80008-0. PMID: 11235007.

JONES, A.M.; VANHATALO, A. The 'Critical Power' Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise. *Sports*

Med., v. 47-Suppl 1, p. 65-78, mar. 2017. DOI: 10.1007/s40279-017-0688-0.
PMID: 28332113; PMCID: PMC5371646.

JOHNSON, B.D.; BABCOCK, M.A.; SUMAN, O.E.; DEMPSEY, J.A. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *J Physiol.* v. 460, p. 385-405, 1993.

JOHNSON, M.A.; SHARPE, G.R.; BROWN, P.I. Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *Eur J Appl Physiol.* v. 101, n. 6, p. 761-770, Dec 2007. DOI: 10.1007/s00421-007-0551-3. Epub 2007 Sep 15. PMID: 17874123.

KAY, D.; MARINO, F.E.; CANNON, J.; St CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. Evidence for neuromuscular fatigue during high-intensity cycling in warm, humid conditions. *Eur J Appl Physiol.*, v. 84, n. 1-2, p. 115-121, 2001. DOI:10.1007/s004210000340.

KILDING, A.E.; BROWN, S.; McCONNELL, A.K. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *European Journal of Applied Physiology*, v. 108, n. 3, p. 505-511, 2010. DOI: [10.1007/s00421-009-1228-x](https://doi.org/10.1007/s00421-009-1228-x)

LAMBERTS, R.P.; RIETJENS, G.J.; TIJDINK, H.H.; NOAKES, T.D.; LAMBERT, M.I. Measuring submaximal performance parameters to monitor fatigue and predict cycling performance: a case study of a world-class cyclo-cross cyclist. *Eur J Appl Physiol.*, v. 108, n. 1, p.183-190, 2010. DOI: 10.1007/s00421-009-1291-3.

LAMBERTS, R.P.; SWART, J.; NOAKES, T.D.; LAMBERT, M.I. A novel submaximal cycle test to monitor fatigue and predict cycling performance. **Br J Sports Med.**, v. 45, p. 797-804, 2011. PubMed DOI: 10.1136/bjism.2009.061325

LAMBERTS, R.P.; SWART, J.; WOOLRICH, R.W.; NOAKES, T.D.; LAMBERT, M.I. Measurement error associated with performance testing in well-trained cyclists: application to the precision of monitoring changes in training status. **Int Sportmed J.** v. 10, p. 33-44, 2009. DOI: 10.1136/bjism.2008.056036. Epub 2009 Feb 11. PMID: 19211587.

LEE, H.; MARTIN, D.T.; ANSON, J.M.; GRUNDY, D.; HAHN, A.G. Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. **J Sports Sci.**, v. 20, n. 12, p. 1001-1008, Dec. 2002. DOI: 10.1080/026404102321011760. PMID: 12477010.

LEO, P.; SPRAGG, J.; PODLOGAR, T.; LAWLEY, J.S; MUJIKA, I. Power profiling and the power-duration relationship in cycling: a narrative review. **Eur J Appl Physiol.** Feb v. 122, n. 2, p. 301-316, 2022. DOI: 10.1007/s00421-021-04833-y. Epub 2021 Oct 27. PMID: 34708276; PMCID: PMC8783871.

LEO, P., SPRAGG, J., SIMON, D., LAWLEY, J. S., & MUJIKA, I. Training Characteristics and Power Profile of Professional U23 Cyclists throughout a Competitive Season. **Sports**, v. 8, n. 12, p.167, 2020. DOI:10.3390/sports8120167. PMID: 33348618; PMCID: PMC7766290.

LEPERS, R.; MAFFIULETTI, N.A.; ROCHETTE, L.; BRUGNIAUX, J.; MILLET, G.Y. Neuromuscular fatigue during a long-duration cycling exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 4, p. 1487-1493, 2002. DOI: 10.1152/jappphysiol.00880.2001.

LUCIA A, HOYOS J, CHICHARRO JL. Physiology of professional road cycling. **Sports Med.**, v. 31, n. 5, p. 325-337, 2001. DOI: 10.2165/00007256-200131050-00004

LUCÍA, A.; HOYOS, J.; PEREZ, M.; CHICHARRO, J.L. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 32, p. 1777-1782, 2000. PubMed DOI: 10.1097/00005768-200010000-00018.

LUCIA, A.; HOYOS, J.; PÉREZ, M.; SANTALLA, A.; CHICHARRO, J.L. Inverse relationship between VO₂max and economy/efficiency in world-class cyclists. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 34, n. 12, p. 2079-2084, Dec. 2002. DOI: 10.1249/01.MSS.0000039306.92778.DF. PMID: 12471319.

LUCÍA, A.; HOYOS, J.; SANTALLA, A.; EARNEST, C.E.; CHICHARRO, J.L. Tour de France versus Vuelta a España: which is harder?. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 35, n. 5, p. 872-878, 2003. DOI: 10.1249/01.MSS.0000064999.82036.B4.

MARSH AP, MARTIN PE. The relationship between cadence and lower extremity EMG in cyclists and noncyclists. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 27, n. 2, p.217-225, 1995. PMID: 7723645.

_____. Effect of cycling experience, aerobic power, and power output on preferred and most economical cycling cadences. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 29, n. 9, p. 1225-1232, 1997. DOI: 10.1097/00005768-199709000-00016.

MATEO-MARCH, M.; VALENZUELA, P.L.; MURIEL, X.; GANDIA-SORIANO, A.; ZABALA, M.; LUCIA, A.; PALLARES, J.G.; BARRANCO-GIL, D. The Record Power Profile of Male Professional Cyclists: Fatigue Matters. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 17, n. 6, p. 926-931, mar 3, 2022. DOI: 10.1123/ijsp.2021-0403. PMID: 35240578.

MATEO-MARCH, M.; van ERP, T.; MURIEL, X.; VALENZUELA, P.L.; ZABALA, M.; LAMBERTS, R.P.; LUCIA, A.; BARRANCO-GIL, D.; PALLARÉS, J.G. The Record Power Profile in Professional Female Cyclists: Normative Values Obtained From a Large Database. *Int J Sports Physiol Perform.* v. 17, n. 5, p. 682-686, may 1, 2022. DOI: 10.1123/ijsp.2021-0372. Epub 2022 Feb 15. PMID: 35168197.

MAXWELL, B. F.; WITHERS, R. T.; ILSLEY, A. H.; WAKIM, M. J.; WOODS, G. F.; DAY, L. Dynamic calibration of mechanically, air- and electromagnetically braked cycle ergometers. *Eur J Appl Physiol.*, v. 78, n. 4, p. 346–352, 1998. DOI: 10.1007/s004210050430.

McCONNELL, A.K.; LOMAX, M. The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. **J**

Physiol., v. 15, n. 577(Pt 1), p. 445-457, 2006. DOI:

10.1113/jphysiol.2006.117614. Epub 2006 Sep. 14. PMID: 16973699; PMCID: PMC2000686.

McCONNELL, A.K.; ROMER, L.M. Respiratory Muscle Training in Healthy Humans: Resolving the Controversy. **Int J Sports Med.**, v. 25, n. 4, p. 284-293, 2004. DOI: 10.1055/s-2004-815827.

McMANUS; A.M.; ARMSTRONG, N. Physiology of elite young female athletes. **Med Sport Sci.**, v. 56, p. 23-46, 2011. DOI: 10.1159/000320626. Epub 2010 Dec. 21. PMID: 21178365.

MEHMOOD, N.Q.; CULMONE, R. An ANT+ protocol based health care system. In: **2015 IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops**. IEEE, p. 193-198, 2015.

METCALFE, A.J.; MENASPÀ, P.; VILLERIUS, V.; QUOD, M.; PEIFFER, J.J.; GOVUS, A.D.; ABBISS, C.R. Within-Season Distribution of External Training and Racing Workload in Professional Male Road Cyclists. **Int J Sports Physiol Perform.**, v. 12, n. s2, p. S2-142-S2-146, 2017. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0396.

MICROSOFT CORPORATION. (2018). *Microsoft Excel*. Disponível em: <https://office.microsoft.com/excel>. Acessado em: 13 set. 2023.

MIERAS, M.E.; HEESCH, M.W.S.; SLIVKA, D.R. Physiological and Psychological Responses to Outdoor vs. Laboratory Cycling. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, v. 28, n. 8, p. 2324-2329, Aug. 2014. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000384

MOREIRA, G.O; LOVISI, A.L.M. Caderno de Estudos em Sistemas de Informação. A utilização da tecnologia da informação em benefício do rendimento de atletas, v. 4, n. 1, 2017.

MORITANI, T.; NAGATA, A.; DEVRIES, H.A.; MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. ***Ergonomics***, v. 24, n. 5, p. 339-350, May 1981. DOI: 10.1080/00140138108924856. PMID: 7262059.

MORTON RH, HODGSON DJ. The relationship between power output and endurance: a brief review. ***Eur J Appl Physiol Occup Physiol.***, v. 73, n. 6, p. 491-502, 1996. DOI: 10.1007/BF00357670. PMID: 8817118.

MUKAKA, M.M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. ***Malawi Med J.*** v. 24, n. 3, p. 69-71, Sep 2012. PMID: 23638278; PMCID: PMC3576830.

MURIEL, X.; MATEO-MARCH, M.; VALENZUELA, P.L.; ZABALA, M.; LUCIA, A.; PALLARES, J.G.; BARRANCO-GIL, D. Durability and repeatability of professional cyclists during a Grand Tour. ***Eur J Sport Sci.***, v. 22, n. 12, p. 1797-1804, Dec.,

2022. DOI: 10.1080/17461391.2021.1987528. Epub 2021 Oct 24. PMID: 34586952.

NEDER, J.A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M.C.; NERY, L.E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz J Med Biol Res.**, v. 32, n. 6, p. 719-727, 1999. DOI: 10.1590/s0100-879x1999000600007.

NIÑO, W.F.; HERRERA, J.L. Correlacion entre el umbral funcional de potencia (FTP) y el umbral de lactato en los ciclistas del equipo “boyacá es para vivirla”. **Revista Salud, Historia Y Sanidad**, v. 15, n. 1, p. 11-15, 2020. DOI: 10.5281/ZENODO.4682251

OKAZAKI, V.H.A.; DASCAL, J.B.; OKAZAKI, F.H.A.; TEIXEIRA, L.A. Ciência e tecnologia aplicada à melhoria do desempenho esportivo. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 11, n. 1, p. 143-157, 2012. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/3451/3471>. Acessado em: 06 maio 2024.

OKSA, J.; RINTAMÄKI, H.; MÄKINEN, T.; MARTIKKALA, V.; RUSKO, H. EMG-activity and muscular performance of lower leg during stretch-shortening cycle after cooling. **Acta Physiol Scand.**, v. 157, n. 1, p. 1-8, 1996. DOI:10.1046/j.1365-201X.1996.452172000.x.

PADILLA, S.; MUJICA, I.; CUESTA, G.; POLO, J.M.; CHATARD, J.C. Validity of a velodrome test for competitive road cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*, v. 73, n. 5, p. 446-451, 1996. DOI: 10.1007/BF00334422.

PALMER, G.S.; DENNIS, S.C.; NOAKES, T.D.; HAWLEY, J.A. Assessment of the reproducibility of performance testing on an air-braked cycle ergometer. *Int J Sports Med.*, v. 17, n. 4, p. 293-298, May, 1996. DOI: 10.1055/s-2007-972849. PMID: 8814512.

PASSFIELD, L.; HOPKER, J.G.; JOBSON, S.; FRIEL, D.; ZABALA, M. Knowledge is power: Issues of measuring training and performance in cycling. *J Sports Sci.*, v. 35, n. 14, p. 1426-1434, 2017. DOI:10.1080/02640414.2016.1215504.

PATON, C.D.; HOPKINS, W.G. Tests of cycling performance. *Sports Med.*, v. 31, n. 7, p. 489-496, 2001. DOI: 10.2165/00007256-200131070-00004. Erratum in: *Sports Med* 2002;32(14):954. PMID: 11428686.

PÉRIARD, J. D., RACINAIS, S. Cycling in the Heat. *Heat Stress in Sport and Exercise*, p. 245-262, 2019. DOI: 10.1007/978-3-319-93515-7_13.

PINOT, J.; GRAPPE, F. The record power profile to assess performance in elite cyclists. *Int J Sports Med.*, v. 32, n. 11, p. 839-844, nov. 2011. DOI: 10.1055/s-0031-1279773. Epub 2011 nov. 3. PMID: 22052032.

_____. Determination of Maximal Aerobic Power on the field in cycling. *J Sci Cycling*. v. 3, n. 1, p. 26-32, 2014.

POLLA, B.; D'ANTONA, G.; BOTTINELLI, R.; REGGIANI, C. Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax*. v.;59, n. 9, p. 808-817, 2004.

DOI:10.1136/thx.2003.009894.

QUOD, M.J.; MARTIN, D.T.; MARTIN, J.C.; LAURSEN, P.B. The power profile predicts road cycling MMP. *Int J Sports Med.*, v. 31, n. 6, p. 397-401, 2010. DOI:

10.1055/s-0030-1247528.

RAMÍREZ, F.A.; de OLIVEIRA, P.R.; STELLA, S.G.; FERMINO, F.R. Estudo comparativo entre dois diferentes protocolos de avaliação para ciclistas.

Lecturas: Educación física y deportes, n. 84, 2005.

ROMER, L.M.; McCONNELL, A.K.; JONES, D.A. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci.*, v. 20, n. 7, p. 547-562, jul. 2002. DOI: 10.1080/026404102760000053. PMID: 12166881.

ROMER, L.M.; POLKEY, M.I. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol* (1985), v. 104, n. 3, p. 879-888, 2008. DOI: 10.1152/jappphysiol.01157.2007

RUIZ-ALIAS S.A.; ÑANCUPIL-ANDRADE, A.A.; PÉREZ-CASTILLA, A.; GARCÍA-PINILLOS, F. Can We Predict Long-Duration Running Power Output? Validity of the Critical Power, Power Law, and Logarithmic Models. *Eur J Appl Physiol.*, v. 123, n. 10, p. 2283-2294, Oct, 2023. DOI: 10.1007/s00421-023-05243-y. Epub 2023 jun. 5. PMID: 37272943.

SANDERS, D.; HEIJBOER, M. Physical demands and power profile of different stage types within a cycling grand tour. *Eur J Sport Sci.*, v. 19, n. 6, p. 736-744, 2018. DOI:10.1080/17461391.2018.1554706.

SANDERS, D.; HEIJBOER, M.; HESSELINK, M.K.C.; MYERS, T.; AKUBAT, I. Analysing a cycling grand tour: Can we monitor fatigue with intensity or load ratios? *J. Sports Sci.*, v. 36, p. 1385–1391, 2018. DOI:10.1080/02640414.2017.1388669. Epub 2017 Oct 10. PMID: 29016241.

SANDERS, D.; van ERP, T.; de KONING, J.J. Intensity and Load Characteristics of Professional Road Cycling: Differences Between Men's and Women's Races. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 14, n. 3, p. 296-302, 2019. DOI: 10.1123/ijsp.2018-0190.

SANGALI, E.B.; CAMPOS, E.Z.; GOBBO, L.A.; de ANDRADE, V.L.; PAPOTI, M.; FREITAS JÚNIOR, I.F.; FIGUEIRA, T.R.; JUNIOR, P.B. Relação entre índices fisiológicos aeróbios e desempenho em provas de curta e média duração em ciclistas de elite. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.*, v.15, n. 4, p. 498-506, 2013. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n4p498>.

SCHETINO, A.M. ANPUH – XXIV SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA - **Ciclismo e Modernidade:** apontamentos sobre a invenção da bicicleta e os primórdios do ciclismo no Rio de Janeiro. São Leopoldo, 2007.

SEABURY, J.J.; ADAMS, W.C.; RAMEY, M.R. Influence of pedalling rate and power output on energy expenditure during bicycle ergometry. *Ergonomics.*, v. 20, n. 5, p. 491-498, 1977. DOI: 10.1080/00140137708931658.

SHEEL, A.W.; DERCHAK, P.A.; MORGAN, B.J.; PEGELOW, D.F.; JACQUES, A.J.; DEMPSEY, J.A. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *The Journal of Physiology*, v. 537, n. 1, p. 277-289, 2001. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0277k.x>

SHIMANO. Disponível em: <https://bike.shimano.com/pt-BR/product/component/deore-m4100.html>. Acesso em: 13 set. 2023.

SILVA, O.G.; RODRIGUES, M.A.; COSTA, D.J.; SANTOS, T.A.; MORENO, M.A. Força muscular respiratória e desempenho físico de ciclistas amadores. *CPAQV.* v. 15, n. 3, 2023. DOI: 10.36692/V15n3-01

SITKO S, CIRER-SASTRE R, LÓPEZ-LAVAL I. Time to exhaustion at estimated functional threshold power in road cyclists of different performance levels. *J Sci Med Sport.*, v. 25, n. 9, p. 783-786, Sep. 2022. DOI: 10.1016/j.jsams.2022.06.007. Epub 2022 Jun 22. PMID: 35835698

SMITH, M.F.; DAVISON, R.C.; BALMER, J.; BIRD, S.R. Reliability of mean power recorded during indoor and outdoor self-paced 40 km cycling time-trials. *Int J Sports Med.*, v. 22, n. 4, p. 270-274, May, 2001. DOI: 10.1055/s-2001-13813. PMID: 11414669.

SOUZA, R.B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 28, n. supl. 3, p.155-164, 2002.

SROKA, R. **Training characteristics and power profiles of usa cycling road cyclists**. Master's Thesis, University of Tennessee, 2021.

https://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/6159.

St CLAIR GIBSON, A.; SCHABORT, E.J.; NOAKES, T.D. Reduced neuromuscular activity and force generation during prolonged cycling. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**., v. 281, n. 1, p. R187-R196, 2001.

DOI:10.1152/ajpregu.2001.281.1.R187.

St CROIX, C.M.; MORGAN, B.J.; WETTER, T.J.; DEMPSEY, J.A. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans. **J Physiol**., v. 529, p. 493-504, 2000. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.00493.x.

PMID: 11101657; PMCID: PMC2270191.

PMID: 11101657; PMCID: PMC2270191.

STAGES. Disponível em: https://stagescycling.com/en_us/discover/our-story.

Acessado em: 05 jan. 2024.

STAPELFELDT, B.; SCHWIRTZ, A.; SCHUMACHER, Y.O.; HILLEBRECHT, M.

Workload demands in mountain bike racing. **Int J Sports Med**., v. 25, n. 4, p. 294-300, 2004. DOI: 10.1055/s-2004-819937. PMID: 15162249.

STÖGGL, T.L.; SPERLICH, B. The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes. *Frontiers in physiology*, v. 6, p. 295, 2015. DOI: 10.3389/fphys.2015.00295. PMID: 26578968; PMCID: PMC4621419.

TANG, C.-K.; HUANG, C.; LIANG, K.-C.; CHENG, Y.-J.; HSIEH, Y.-L.; SHIH, Y.-F.; LIN, H.-C. Effects of Different Pedaling Positions on Muscle Usage and Energy Expenditure in Amateur Cyclists. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, v. 19, n. 19, p. 12046, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912046>.

TONG T.K.; FU, F.H.; CHUNG, P.K.; ESTON, R.; LU, K.; QUACH, B.; NIE, J.; SO, R. The effect of inspiratory muscle training on high-intensity, intermittent running performance to exhaustion. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, v. 33, p. 671-681, 2008. DOI: 10.1007/s00421-006-0233-6. Epub 2006 jun. 13. PMID: 16770567.

TRAININGPEAKES. Disponível em:

<https://university.trainingpeaks.com/page/free-courses>. Acessado em: 05 jan. 2024.

VALENZUELA, P.L.; MORALES, J.S.; FOSTER, C.; LUCIA, A. de la VILLA, P. Is the Functional Threshold Power a Valid Surrogate of the Lactate Threshold?. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 13, n. 10, p. 1293-1298, 2018. DOI:10.1123/ijsp.2018-0008

VALENZUELA, P.L.; MURIEL, X.; van ERP, T.; MATEO-MARCH, M.; GANDIA-SORIANO, A.; ZABALA, M.; LAMBERTS, R.P.; LUCIA, A.; BARRANCO-GIL, D.; PALLARÉS, J.G. The Record Power Profile of Male Professional Cyclists: Normative Values Obtained From a Large Database. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 17, n. 5, p. 701-710, May 1, 2022. DOI: 10.1123/ijsp.2021-0263. Epub 2022 Feb 21. PMID: 35193109.

van ERP, T.; FOSTER, C.; de KONING, J.J. Relationship Between Various Training-Load Measures in Elite Cyclists During Training, Road Races, and Time Trials. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 14, n. 4, p. 493-500, 2019. DOI:10.1123/ijsp.2017-0722.

van ERP, T.; HOOZEMANS, M.; FOSTER, C.; de KONING, J.J. Case report: load, intensity, and performance characteristics in multiple grand tours. *Med Sci Sports Exerc*, v. 52, n. 4, p. 868-875, 2020. DOI: 10.1249/mss.0000000000002210

_____. Case report: load, intensity, and performance characteristics in multiple grand tours. *Med Sci Sports Exerc*, v. 52, n. 4, p. 868-875, 2020.

_____. The Influence of Exercise Intensity on the Association Between Kilojoules Spent and Various Training Loads in Professional Cycling. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 14, n. 10, p. 1395-1400, 2019. DOI:10.1123/ijsp.2018-0877.

van ERP, T.; LAMBERTS, R.P.; SANDERS, D. Power Profile of Top 5 Results in World Tour Cycling Races. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 17, n. 2, p. 203-209, Feb 1 2022. DOI: 10.1123/ijsp.2021-0081. Epub 2021 Sep 24. PMID: 34560671.

van ERP, T.; SANDERS, D.; de KONING, J.J. Training Characteristics of Male and Female Professional Road Cyclists: A 4-Year Retrospective Analysis. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 15, n. 4, p. 534-540, 2019. Published 2019 nov. 5. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0320.

VANHATALO, A.; JONES, A.M.; BURNLEY, M. Application of critical power in sport. *Int J Sports Physiol Perform.*, v. 6, n. 1, p. 128-136, mar. 2011. DOI: 10.1123/ijsp.6.1.128. PMID: 21487156.

VIEIRA, M.E.M.; GONÇALVES, V.C.; PAES, M.R.; REDKVA, P.E.; STEVAN JR., S.L. Medidor de Potência Fisiológica para Ciclistas: Desenvolvimento do protótipo. 2015. 68. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16217/2/PG_COELE_2015_2_04.pdf. Acesso em 11 abril 2024

VINETTI, G.; ROSSI, H.; BRUSEGHINI, P.; CORTI, M.; FERRETTI, G.; PIVA, S.; TABONI, A.; FAGONI, N. Functional Threshold Power Field Test Exceeds Laboratory Performance in Junior Road Cyclists. *J Strength Cond Res.* v. 37, n.

9, p. 1815-1820, Sep. 1, 2023. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004471. Epub 2023 Feb 2. PMID: 36692223; PMCID: PMC10448799.

VLECK, V.; MILLET, G.P.; ALVES, F.B. The impact of triathlon training and racing on athletes' general health. *Sports Med.*, v. 44, n. 12, p. 1659-1692, 2014. DOI: 10.1007/s40279-014-0244-0.

VOGT, S.; SCHUMACHER, Y.; ROECKER, K.; DICKHUTH, H.-H.; SCHOBERER, U.; SCHMID, A.; HEINRICH, L. (2007). Power Output during the Tour de France. *International Journal of Sports Medicine*, v. 28, n. 9, p. 756–761, 2007. DOI: 10.1055/s-2007-964982.

VOGT, S.; SCHUMACHER, Y.O.; BLUM, A.; ROECKER, K.; DICKHUTH, H.-H.; SCHMID, A.; HEINRICH, L. (2007). Cycling power output produced during flat and mountain stages in the Giro d'Italia: A case study. *Journal of Sports Sciences*, v. 25, n. 12, p.1299–1305, 2007. DOI: 10.1080/02640410601001632.

VOLIANITIS, S.; McCONNELL, A.K.; JONES, D.A. Assessment of maximum inspiratory pressure. Prior submaximal respiratory muscle activity ('warm-up') enhances maximum inspiratory activity and attenuates the learning effect of repeated measurement. *Respiration*, v. 68, p. 22-27, 2001. DOI: 10.1159/000050458

WACKWITZ, T. A., MINAHAN, C. L., KING, T., Du PLESSIS, C., ANDREWS, M. H., & BELLINGER, P. M. Quantification of maximal power output in well-trained

cyclists. **Journal of Sports Sciences**, v. 39, n. 1, p. 1-7, 2020.

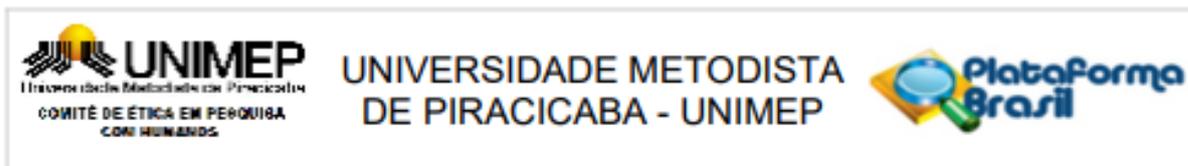
<https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1805251>

WELLS, G.D.; NORRIS; S.R. Assessment of physiological capacities of elite athletes & respiratory limitations to exercise performance. **Paediatr Respir Rev.**, v. 10, n. 3, p. 91-98, 2009. DOI: 10.1016/j.prrv.2009.04.002. Epub 2009 jul. 17. PMID: 19651378.

WITT, J.D.; GUENETTE, J.A.; RUPERT, J.L.; McKENZIE, D.C.; SHEEL, A.W. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. **J Physiol.**, v.1, n. 584(Pt 3), p. 1019-1028, 2007. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.140855. Epub 2007 Sep. 13. PMID: 17855758; PMCID: PMC2277000.

WYLEGALA, J.A.; PENDERGAST, D.R.; GOSSELIN, L.E.; WARKANDER, D.E.; LUNDGREN, C.E. Respiratory muscle training improves swimming endurance in divers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 4, p. 393-404, 2007. DOI: [10.1007/s00421-006-0359-6](https://doi.org/10.1007/s00421-006-0359-6)

ANEXO – PARECER APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos de um programa de treinamento muscular inspiratório sobre variáveis fisiológicas e relacionadas à saúde, de ciclistas.

Pesquisador: Onezimo Gregório da Silva

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68241917.9.0000.5507

Instituição Proponente: INSTITUTO EDUCACIONAL PIRACICABANO DA IGREJA METODISTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.094.558

Apresentação do Projeto:

Pesquisa caracterizada como ensaio clínico experimental placebo randomizado triplo-cego. Participarão 30 sujeitos divididos em dois grupos, grupo placebo (GP) e grupo treinado (GT). Projeto adequadamente apresentado, contendo todos os dados necessários para sua análise.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivos claros, coerentes com o desenho do projeto e exequíveis dentro do cronograma exposto.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos aos sujeitos são mínimos e o projeto assegura o cuidado para reduzi-los. Os benefícios (diretos e indiretos) aos sujeitos estão presentes e superam os riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Destacam-se a relevância e as contribuições da pesquisa apresentada. As bases teóricas estão adequadas, a metodologia é coerente e a coleta de dados é adequada à proposta.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

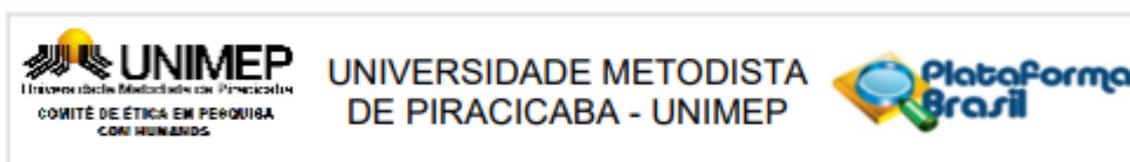
Os documentos apresentados estão em conformidade com a Res. 466/12.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto está aprovado.

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 156
Bairro: Taquaral **CEP:** 13.400-911
UF: SP **Município:** PIRACICABA
Telefone: (19)3124-1513 **Fax:** (19)3124-1515 **E-mail:** comitedeetica@unimep.br

ANEXO – PARECER APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



Continuação do Parecer: 2.094.558

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto esta aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|------------------------|---------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO_806159.pdf | 11/05/2017 14:41:49 | | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | BROCHORA_PESQUISA.pdf | 11/05/2017 14:40:51 | Onezimo Gregório da Silva | Aceito |
| Folha de Rosto | FOLHA_DE_ROSTO.pdf | 11/05/2017 14:39:44 | Onezimo Gregório da Silva | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf | 11/05/2017 14:37:29 | Onezimo Gregório da Silva | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICABA, 01 de Junho de 2017

Assinado por:
Daniela Faleiros Bertelli Merino
 (Coordenador)

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 158
Bairro: Taquaral **CEP:** 13.400-911
UF: SP **Município:** PIRACICABA
Telefone: (19)3124-1513 **Fax:** (19)3124-1515 **E-mail:** comitedeetica@unimep.br