

ONEZÍMO GREGÓRIO DA SILVA

**Força muscular inspiratória e desempenho físico de ciclistas  
amadores**

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

Orientadora: Profa. Dra. Marlene Aparecida Moreno

PIRACICABA  
2017

## DEDICATÓRIA

Aos irmãos, sobrinhos e agregados da família Gregório,  
em especialmente para minha mãe  
Dona Carmelita Pires da Silva (TE AMO) e in memoriam do  
meu saudoso pai, Onésimo Gregório da Silva e do meu irmão mais velho “Nego”.

## 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. As professoras Dra. Eli Maria Pazzianotto Forti, Dra. Daniela Faleiros Bertelli Merino e Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto, importantes nas contribuições da qualificação e defesa.

Aos amigos que me apoiaram em todos os aspectos (motivacionais e financeiros), aos amigos da pós, em especial ao Luiz Felipe, grande companheiro.

Aos acadêmicos Mila Alves, Daniela Costa, Daniele Figueiredo, Jean Adolfo, Thales Almeida, Lucas Galvão e Rízia Rocha, que contribuíram positivamente nas coletas deste trabalho. Ao amigo Prof. Dr. Valfredo Dórea e demais amigos do colegiado de Educação Física e do Departamento de Educação da Uneb – Campus X.

A todos os voluntários e a Equipe Duda/Bike Cannondale.

A Capes/Prosup pela concessão da bolsa.

## RESUMO

**Introdução:** O ciclismo é um dos esportes mais importantes desde o surgimento das primeiras bicicletas. As provas ocorrem entre os mais variados terrenos, demandando dos praticantes, variadas exigências físicas. As características das provas de estrada favorecem a instauração da fadiga (principalmente advinda das contrações dos músculos dos membros inferiores). Por se tratar de uma modalidade aeróbia de longa duração e caracterizada por esforços intensos (*sprints*), fazem-se necessários estudos dos efeitos destes sobre a força muscular inspiratória (FMI) e fadiga muscular inspiratória em ciclistas. **Objetivos:** avaliar a relação existente entre a FMI e desempenho físico a partir da hipótese de que os ciclistas com maior FMI teriam melhor desempenho físico bem como melhor recuperação da fadiga muscular inspiratória pós esforço físico. **Materiais e métodos:** Estudo experimental e transversal, com amostra de 29 ciclistas, homens com idade  $39,3 \pm 7,15$  anos e prática de ciclismo de  $88,92 \pm 91,2$  meses. A FMI foi registrada pela pressão inspiratória máxima (PImáx) nos momentos (repouso; pós *sprints* e recuperação pós teste de esforço). Para o desempenho físico, utilizou-se protocolo em bicicleta de 01h05min (20min aquecimento e estágios de 5, 10, 20 e 10 min). A percepção subjetiva do esforço (PSE) foi registrada após cada *sprint* utilizando-se a escala Omni adaptada. Para as distâncias, utilizou-se um potenciômetro no cubo traseiro fixados em um rolo de treino e os valores foram registrados em um ciclocomputador. **Resultados:** PImáx repouso ( $127,7 \pm 25,7$  cmH<sub>2</sub>O) encontravam-se dentro previsto ( $124,3 \pm 5,1$  cmH<sub>2</sub>O)  $p > 0,05$ . Para a PImáx pós *sprints*, houve redução significativa (1º *sprint*  $93,4 \pm 20,8$  cmH<sub>2</sub>O; 2º *sprint*  $99,5 \pm 22,9$  cmH<sub>2</sub>O; 3º *sprint*  $102,0 \pm 27,1$  cmH<sub>2</sub>O; e 4º *sprint*  $102,2 \pm 25,8$  cmH<sub>2</sub>O), quando comparadas ao valor de repouso ( $p < 0,001$ ). Os valores pós teste ( $104,9 \pm 25,9$  cmH<sub>2</sub>O) apresentaram diferenças significativas em relação de repouso ( $p < 0,001$ ) e também em relação aos de pós recuperação ( $118,0 \pm 20,0$  cmH<sub>2</sub>O)  $p < 0,01$ . Os valores obtidos pós recuperação não apresentaram diferença significativa aos valores de repouso ( $p > 0,05$ ). Comparando os valores obtidos pós 4º *sprint* com as recuperações (0º, 3º, 6º, 9º, 12º e 15º min), observou-se aumento significativo no 12º e 15º minutos. Todas as correlações foram positivas e significativas, sendo entre a PImáx repouso e distância ( $r = 0,52$ ;  $r^2 = 0,27$ ;  $p = 0,004$ ); entre PImáx repouso e PImáx pós teste ( $r = 0,61$ ;  $r^2 = 0,38$ ;  $p = 0,0003$ ) e entre PImáx pós teste e a PImáx pós recuperação ( $r = 0,80$ ;  $r^2 = 0,63$ ;  $p < 0,0001$ ). Nas PSE pós *sprints*, observou-se aumento significativo entre todos os *sprints* ( $p < 0,001$ : vs 2º, 3º e 4º *sprints*;  $p < 0,001$ : vs 3º e 4º *sprints* e  $p < 0,001$ : vs 4º *sprint*). **Conclusão:** Identificou-se correlação positiva e significativa entre PImáx e distância percorrida no teste de esforço, sugerindo que a FMI pode influenciar o desempenho físico. Em relação à fadiga muscular inspiratória, registrou-se diminuição valores de PImáx durante o teste e que os valores retornaram aos registros iniciais pós recuperação. Também identificou-se correlação positiva entre PImáx repouso e PImáx pós recuperação, sugerindo que a FMI também pode influenciar na recuperação da fadiga muscular inspiratória desenvolvida em esforço. Concluímos que ciclistas com maior FMI inicial, ao final da recuperação apresentam maior FMI confirmando a hipótese do estudo.

**Palavras-chave:** Pressão inspiratória máxima; fadiga muscular inspiratória; metaborreflexo; ciclismo.

## ABSTRACT

**Introduction:** cycling is one of the most important sports since the emergence of the first bikes. The evidence takes place between the most varied terrains, demanding of practitioners, various physical requirements. The characteristics of evidence favor the establishment of road fatigue (mostly from the contractions of the muscles of the lower limbs). Because it is an aerobic mode and characterized by intense efforts (sprints), studies of the effects of these on inspiratory muscle strength (IMF) and inspiratory muscle fatigue in cyclists. **Objectives:** to evaluate the relationship between the IMF and physical performance through the hypothesis that cyclists with greater IMF would have better physical performance as well as better recovery of inspiratory muscle fatigue post- test. **Materials and methods:** experimental study and transverse, with 29 cyclists, men with age  $39.3 \pm 7.15$  years and practice  $88.92 \pm 91.2$  months. The IMF was registered by the maximum inspiratory pressure (MIP) in the moments (home; post sprints and recovery). For physical performance, using 1:05 protocol (20 min heating and stages of 5, 10, 20 and 10 min). The subjective perception of effort (SPE) was recorded after each sprint using the Omni range adapted. For the distances, using a potentiometer in the rear hub set in a roll of training and the registry of values in a computer. **Results:** MIP being ( $127.7 \pm 25.7$  cmH<sub>2</sub>O) were within predicted ( $124.3 \pm 5.1$  cmH<sub>2</sub>O)  $p > 0.05$ . The MIP post there was significant reduction in sprints (1st sprint  $93.4 \pm 20.8$  cmH<sub>2</sub>O; 2nd sprint  $99.5 \pm 22.9$  cmH<sub>2</sub>O; 3rd sprint  $102.0 \pm 27.1$  cmH<sub>2</sub>O; and 4rd sprint  $102.2 \pm 25.8$  cmH<sub>2</sub>O), when compared to the value of being ( $p < 0.001$ ). The post-test values ( $104.9 \pm 25.9$  cmH<sub>2</sub>O) showed significant differences in respect of rest ( $p < 0.001$ ) and also in < relation to post recovery ( $118.0 \pm 20.0$  cmH<sub>2</sub>O cmH<sub>2</sub>O)  $p < 0.01$ . The values obtained showed no significant difference recovery post to home values ( $p > 0.05$ ). Comparing the values obtained post 4th sprint with recoveries (0<sup>o</sup>, 3, 6, 9, 12 and 15 min), significant increases were observed in the 12th and 15th minutes. All correlations were positive and significant, being between the MIP being and away ( $r=0.52$ ;  $r^2=0.27$ ;  $p=0.004$ ); between before MIP and MIP post-test ( $r=0.61$ ;  $r^2=0.38$ ;  $p=0.0003$ ) and between Mip post-test and Mip post recovery ( $r=0.80$ ;  $r^2=0.63$ ;  $p < 0.0001$ ). The PSE graduate sprints, significant increases were observed between all sprints ( $p < 0.001$ : vs 2nd, 3rd and 4th sprints;  $p < 0.001$ : vs 3rd and 4th sprints and  $p < 0.001$ : vs 4th sprint). **Conclusion:** identified a significant positive correlation between MIP and distance, suggesting the IMF may influence physical performance. Regarding inspiratory muscle fatigue, decreased values of Mip during the test and that values returned to initial post recovery records. Also identified positive correlation between Mip home and Mip post recovery, suggesting that the IMF can also influence the recovery of inspiratory muscle fatigue developed in effort. We concluded that cyclists with greater IMF at the end of the initial recovery feature greater IMF confirming the hypothesis of the study.

**Key-words:** Maximum inspiratory pressure; inspiratory muscle fatigue; metaborreflexo; cycling.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA/DESENHO DE ESTUDO .....	16
3.2 AMOSTRAGEM/CASUÍSTICA.....	16
3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	18
3.4 TRATAMENTO DOS DADOS .....	28
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>40</b>
APÊNDICE A.....	41
APÊNDICE B.....	42

**ABREVIATURAS**

**GHz** = Greenberger–Horne–Zeilinger (Gigahertz)

**IMC** = Índice de Massa Corporal

**MHz** = Megahertz

**MTB** = Mountain Bike

**P<sub>imáx</sub>** = Pressão Inspiratória Máxima

**SRM** = Schoberer Rad Messtechnik

**VR** = Volume Residual

**PSE** = Percepção Subjetiva do Esforço

## SÍMBOLOS

**°C** = graus centígrados

**w** = potência

**kg** = quilograma

**cm** = centímetros

**kg/m<sup>2</sup>** = quilograma / centímetros quadrado

**g** = gramas

**mm** = milímetros

**Km** = quilômetros

**mm/Hg** = milímetros de mercúrio

**h** = horas

**Pol.** = polegadas

**<** = menor que

**%** = percentual

**seg.** = segundos

**±** = mais ou menos

**min** = minuto

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Características dos voluntários (n=29). Valores em média e DP ..... 32

**Tabela 2.** Comparação entre valores das pressões inspiratórias máximas (PI<sub>máx</sub>) obtidas em repouso pré teste com a dos *sprints*. Valores em média e DP ..... 32

**Tabela 3.** Comparação entre os valores da percepção subjetiva de esforço obtidos nos quatro *sprints* do teste de esforço. Valores em média e DP ..... 32

**Tabela 4.** Comparação entre valores das pressões inspiratórias máximas (PI<sub>máx</sub>) obtidas no 4<sup>o</sup> *sprint* e na recuperação pós teste. Valores em média e DP..... 32

**Tabela 5.** Comparação entre os valores das pressões inspiratórias máximas (PI<sub>máx</sub>) obtidas no pré teste, imediatamente após o teste e ao final da recuperação de 15 minutos pós teste. Valores em média e DP..... 32

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Diagrama do metaboreflexo [Adaptado de Dempsey et al, 2006] .....	33
<b>Figura 2.</b> Imagem de um voluntário na posição de <i>sprint</i> em bicicleta <i>Speed</i> .....	33
<b>Figura 3.</b> Fluxograma do estudo.....	33
<b>Figura 4.</b> Imagem ilustrativa do Garmin modelo Edge® 1000 .....	33
<b>Figura 5.</b> Imagem do cubo traseiro ( <i>PowerTap</i> modelo G3).....	33
<b>Figura 6.</b> Imagem do conjunto (cubo traseiro e catracas) .....	33
<b>Figura 7.</b> Imagem do pneu utilizado nas coletas .....	33
<b>Figura 8.</b> Imagem rolo de treino Oxer High Performance (modelo 843675) .....	33
<b>Figura 9.</b> Imagem de um voluntário realizando a medida da pressão inspiratória máxima em repouso.....	33
<b>Figura 10:</b> Ciclista realizando a medida da PImáx durante o <i>sprint</i> .....	33
<b>Figura 11:</b> Escala de Omni (Adaptado de Robertson et al., 2004) .....	33

<b>Figura 12:</b> Procedimentos de registros PImáx durante a recuperação .....	33
<b>Figura 13.</b> Esquema de utilização da roda de avaliação nas bicicletas .....	33
<b>Figura 14.</b> Organização do protocolo em relação aos estágios e tempos .....	33
<b>Figura 15.</b> Distribuição dos tempos e objetivos nos estágios .....	33
<b>Figura 16.</b> Imagem de um ciclista realizando teste.....	33
<b>Figura 17.</b> Imagem do local de ajuste da resistência à roda.....	33
<b>Figura 18:</b> Exemplo de um registro no programa <i>GoldenCheetah</i> .....	33
<b>Figura 19.</b> Análise de correlação entre a PImáx (cmH <sub>2</sub> O) pré teste e a distância percorrida (km) no teste. $r=0,52$ ; $r^2=0,27$ ; $p=0,004$ .....	33
<b>Figura 20.</b> Análise de correlação entre a PImáx pré teste e a PImáx ao final do teste. $r=0,61$ ; $r^2=0,38$ ; $p=0,0003$ .....	33
<b>Figura 21.</b> Análise de correlação entre a PImáx ao final do teste e a PImáx após 15 minutos de recuperação pós teste. $r=0,80$ ; $r^2=0,63$ ; $p<0,0001$ .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

O ciclismo é um esporte que exige extrema resistência (LUCÍA, HOYOS e CHICHARRO, 2001) e apresenta-se com grande complexidade aos seus praticantes (DIEFENTHAELER e VAZ, 2008). Na Europa, desde o surgimento das primeiras bicicletas (séc. XIX), é um dos esportes mais tradicionais, sendo considerado o esporte número um desde as primeiras competições e provas. Neste processo histórico destaca-se o *Tour de France*, a mais tradicional prova internacional, que se estende por 23 dias de competição, sendo desenvolvida entre os mais variados tipos de terrenos (BURKE, 2000; DIEFENTHAELER et al., 2007).

Em relação à organização, as competições são tradicionalmente divididas em dois grandes grupos de provas, sendo as provas de pista (realizadas em velódromos) e as provas de rua (realizadas em estradas e trilhas). Independente da forma, as provas podem ser organizadas e disputadas de forma individual ou por equipes (BURKE, 2000; LUCÍA, HOYOS e CHICHARRO, 2001).

Diferentemente das provas realizadas nos velódromos, nas provas de estrada identifica-se características bem distintas em relação à duração, intensidade e topografia (LUCÍA, HOYOS e CHICHARRO, 2001; LUCÍA et al., 2003; DIEFENTHAELER e VAZ, 2008). Essas variáveis, principalmente em função das mudanças na produção de torques resultantes das contrações musculares e na atividade elétrica dos músculos dos membros inferiores (LUCÍA, HOYOS e CHICHARRO, 2001; LUCÍA et al., 2003) contribuem para a instauração do processo de fadiga.

Tradicionalmente, a limitação do desempenho físico é direcionada a fatores fisiológicos periféricos, mais especificamente a capacidade metabólica muscular (McMANUS e ARMSTRONG, 2011).

Lepers et al. (2002) referem à fadiga neuromuscular como qualquer redução da força voluntária máxima induzida por exercícios prolongados, realizados em uma intensidade constante, os quais podem influenciar na eficácia ou no padrão de contração muscular. Essas constantes mudanças decorrentes do processo de fadiga provocam importantes demandas aos diversos aspectos fisiológicos, bioquímicos e biomecânicos. Dessa forma, é extremamente importante o domínio de todas essas variáveis, a fim de aperfeiçoar o desempenho dos atletas (LUCÍA, HOYOS e CHICHARRO, 2001).

Em condições patológicas, os sistemas cardiovascular e respiratório são igualmente capazes de limitar o desempenho físico, como nos casos de pessoas que desenvolvem quadros de insuficiência cardíaca ou de doença pulmonar obstrutiva crônica (TROOSTERS et al., 2013).

Contudo, a partir de pesquisas desenvolvidas no final do século XX e início do século XXI, pesquisadores passaram a inferir que o aumento do trabalho dos músculos inspiratórios, observados durante a prática de exercícios físicos, podem gerar uma resposta reflexa que culmina no redirecionamento do fluxo sanguíneo dos músculos periféricos em atividade aos músculos inspiratórios (St CROIX et al., 2000; HARMS et al., 2000; SHEEL et al., 2001).

Apesar das características morfológicas (composto prioritariamente por fibras musculares do tipo I e IIa) e anatômicas (alta densidade vascular) que conferem alta capacidade oxidativa e de resistência à fadiga ao músculo diafragma (principal músculo envolvido no processo de inspiração), durante a

prática prolongada de exercícios físicos intensos, pode-se observar a fadiga desta musculatura (JOHNSON et al., 1993; REID e DECHMAN, 1995).

O aumento do trabalho, e conseqüentemente a fadiga desta musculatura durante prática de exercícios físicos está relacionado com a exacerbação da sensação de dispneia e aumento da resposta do metaborreflexo muscular inspiratório (St CROIX et al., 2000; DEMPSEY et al., 2006).

Uma vez que um elevado nível de trabalho muscular respiratório é condição essencial aos exercícios intensos, este também pode ser uma das causas de fadiga muscular induzida pelos exercícios (ROMER e POLKEY, 2008), entretanto, mesmo se presumindo que a fadiga periférica ocorrerá de forma progressiva durante o ciclismo, à mesma, ainda não está completamente elucidada (St CLAIR, SCHABORT e NOAKES, 2001; JANSSENS et al., 2013).

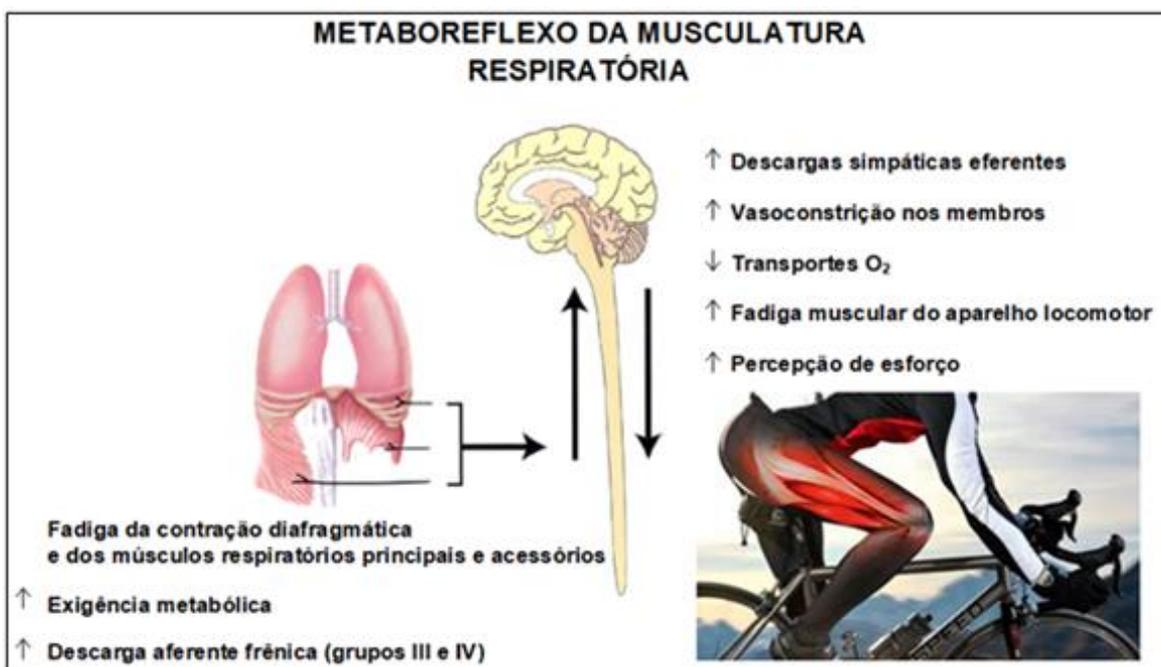
A diminuição no desempenho da musculatura respiratória ocorre especialmente em exercícios de resistência, realizados em altos percentuais de intensidade ( $> 85\% \text{VO}_2\text{máx}$ ), e associa-se com alguns outros fatores limitantes, sendo eles aumento do trabalho respiratório, hipoxemia arterial induzida pelo exercício, fadiga da musculatura respiratória e dispneia (WELLS e NORRIS, 2009).

Os fatores limitantes estão associados às necessidades do recrutamento da musculatura acessória, na busca de auxiliar o diafragma, já que sua contribuição torna-se diminuída ao longo do incremento do exercício (POLLA et al., 2004).

O aumento da demanda do recrutamento da musculatura acessória reduz a eficiência da mecânica respiratória, aumentando a exigência metabólica e fluxo de sangue desses músculos (DODDS et al., 1989), levando a ativação

sensorial do sistema nervoso central (MCCONNEL e ROMER, 2004), desencadeando assim a ativação do mecanismo denominado como metaboreflexo (Figura 1).

Este mecanismo provoca diminuição do aporte sanguíneo e de oxigênio na musculatura respiratória em decorrência da resposta ao aumento da pressão abdominal durante a inspiração forçada, comprimindo as artérias que são responsáveis pela perfusão sanguínea diafragmática, além da ativação das fibras aferentes mecanossensitivas do tipo III e quimiossensitivas do tipo IV, responsáveis pela liberação de mediadores simpáticos que vão promover vasoconstrição e conseqüente diminuição do fluxo sanguíneo a musculatura periférica em atividade (St CROIX et al., 2000).



**Figura 1.** Diagrama do metaboreflexo [Adaptado de Dempsey et al., 2006]

Assim, como resposta funcional à fadiga muscular inspiratória, observa-se mudanças no esforço e padrão respiratório, alterações no fluxo de sangue e tolerância aos exercícios nos membros em atividade, que refletem direta

e negativamente no desempenho do indivíduo (St CLAIR, SCHABORT e NOAKES, 2001; JANSSENS et al., 2013). Como subproduto desse mecanismo, ocorre liberação principalmente do ácido láctico, que está intimamente ligado à diminuição da capacidade dos músculos para gerar força, induzindo diminuição no desempenho, dispneia, e fadiga destes músculos (BENDER e MARTIN, 1985; MADOR et al., 1993; JOHNSON et al., 1993).

Sabendo-se da relação entre a diminuição de desempenho e fadiga da musculatura respiratória (St CLAIR, SCHABORT e NOAKES, 2001; POLLA et al., 2004; JANSSENS et al., 2013), a melhora da força, resistência, potência e função da musculatura inspiratória pode prevenir ou adiar a fadiga diafragmática (MCCONNELL e LOMAX, 2006; DIEFENTHAELER et al., 2007).

Diversos estudos vêm sendo conduzidos no sentido de investigar os benefícios do treinamento muscular inspiratório sobre variáveis fisiológicas, bem como o rendimento esportivo em diferentes populações, entre elas, em atletas de diferentes modalidades (VOLIANITIS, McCONNELL e JONES, 2001; GRIFFITHS e McCONNELL, 2007; WYLEGALA et al., 2007; WITT et al., 2007; TONG et al., 2008; KILDING, BROWN e McCONNELL, 2010; BAILEY et al., 2010).

No entanto, ainda são escassos estudos que relacionam a força muscular respiratória com o desempenho físico e a recuperação da fadiga muscular respiratória pós esforço, de ciclistas amadores.

Assim tivemos como hipótese que os ciclistas com maior força muscular inspiratória, teriam melhor desempenho físico em teste específico para a modalidade, bem como teriam melhor recuperação da fadiga muscular inspiratória após o teste de esforço.

## 2 OBJETIVOS

### **Geral:**

Avaliar a relação entre força muscular inspiratória e desempenho físico de ciclistas amadores.

### **Específicos:**

1. Comparar os valores das pressões inspiratórias máximas (P<sub>Imáx</sub>) na condição de repouso com os valores obtidos nos 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> *sprints* do teste de esforço específico para a modalidade.

2. Comparar os valores das percepções subjetivas de esforço referidas logo após os quatro *sprints* do teste.

3. Comparar os valores das P<sub>Imáx</sub> obtidas no 4<sup>o</sup> *sprint* com os valores medidos durante os 15 minutos de recuperação.

4. Comparar os valores das P<sub>Imáx</sub> pré teste com os valores do final do teste e após 15 minutos de recuperação.

5. Correlacionar a P<sub>Imáx</sub> com a distância percorrida no teste de esforço específico da modalidade.

6. Correlacionar a P<sub>Imáx</sub> pré teste com a P<sub>Imáx</sub> obtida ao final do teste de esforço específico da modalidade.

7. Correlacionar a P<sub>Imáx</sub> obtida ao final do teste de esforço específico da modalidade com a P<sub>Imáx</sub> obtida ao final de 15 minutos de recuperação pós teste.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA/DESENHO DE ESTUDO

O estudo caracteriza-se como experimental e transversal, o qual seguiu as recomendações para pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), após registro na Plataforma Brasil e autorização junto ao Comitê de Ética da Universidade Metodista de Piracicaba sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética número 68241917.9.0000.5507.

Após esclarecimento de todas as dúvidas sobre o protocolo experimental, os ciclistas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndices A e B).

#### 3.2 AMOSTRAGEM

O cálculo amostral foi realizado a partir dos resultados de um estudo piloto do pesquisador, por meio do aplicativo GraphPad StatMate, versão 1.01, com significância de 5% e um poder de teste de 90%. Este foi baseado nos desvios-padrão da pressão inspiratória máxima e da distância percorrida no teste de esforço específico da modalidade, e como resultado, obteve-se a sugestão de 25 sujeitos.

A amostra foi constituída por 29 ciclistas amadores do gênero masculino, sendo todos moradores de Teixeira de Freitas, cidade localizada na

região do Extremo Sul da Bahia. Para serem incluídos no experimento inicialmente foi disponibilizada uma carta convite e após demonstrar interesse em participar do estudo de forma voluntária, os voluntários deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão.

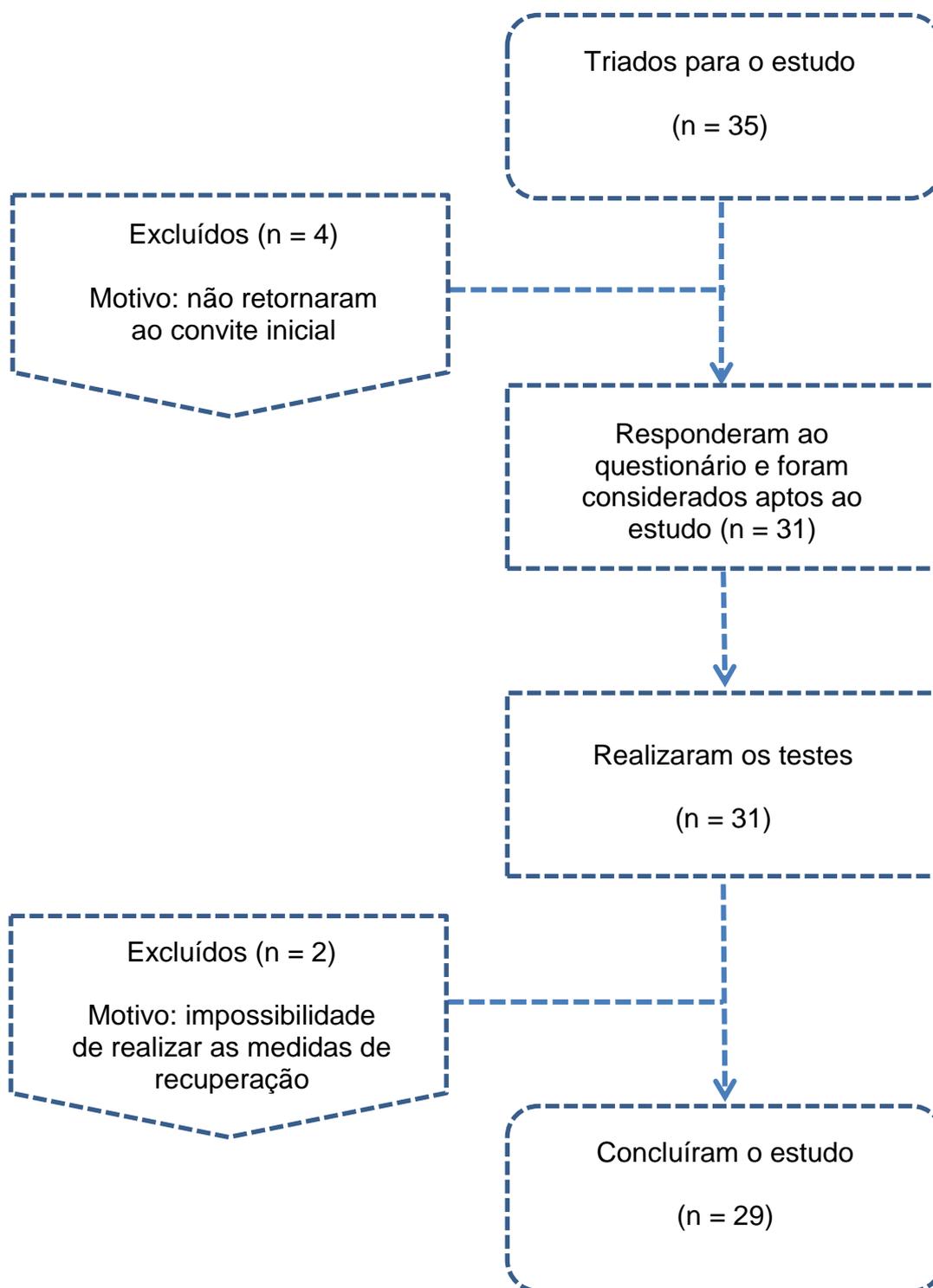
### **Inclusão no estudo**

Deveriam ser ciclistas amadores do gênero masculino; possuir idade entre 18-60 anos; realizar treinos específicos do ciclismo pelo menos duas vezes por semana nos últimos seis meses; não ser fumante e não praticar treinamentos respiratórios. Foram excluídos voluntários com doenças cardiorrespiratórias; restrições médicas para exercícios físicos e/ou respiratórios; usuários de medicamentos que interferissem nas funções cardiorrespiratórias e/ou aptidão física; e em função da posição adotada nas bicicletas modelo *Speed* durante os *sprints* realizados nas avaliações (Figura 2), voluntários com presença de disfunções mio-osteo-articulares (regiões torácica e cervical).



**Figura 2.** Imagem de um voluntário na posição de *sprint* em bicicleta *speed*.

Após a execução do protocolo, dois ciclistas não conseguiram realizar todos os registros de  $Pl_{\max}$  nos tempos estabelecidos, assim foram excluídos do estudo. Na Figura 3 está apresentado o fluxograma do estudo.



**Figura 3.** Fluxograma do estudo

### 3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Todas as coletas ocorreram entre os meses de agosto e outubro de 2017, nas dependências do Laboratório de Avaliação Física do Departamento de Educação Física da Universidade do Estado da Bahia (UNEB – Campus X, em Teixeira de Freitas/BA).

Foram respeitados de acordo com as disponibilidades dos ciclistas (05:00h às 10:00h e 15:00h às 20:00h) os horários das avaliações, sendo que todas foram realizadas em dias de treinamento, de segunda a domingo (evitando-se grandes alterações nas respostas fisiológicas, às quais já estavam adaptados).

Assim, com o objetivo de padronizar os critérios de realização dos esforços propostos, foram adotados os instrumentos e procedimentos descritos a seguir para todas as coletas:

#### **3.3.1 Instrumentos**

##### *3.3.1.1 Instrumento para coletas das pressões inspiratórias*

Para obtenção dos valores das pressões inspiratórias máximas (PI<sub>máx</sub>) foi utilizado um manovacuômetro digital (MVD 300, GlobalMed<sup>®</sup>, Porto Alegre, Brasil), com um bocal plástico rígido conectado ao manovacuômetro. Também foi utilizado um clipe nasal, para evitar vazamentos.

### 3.3.1.2 Instrumentos específicos utilizados no protocolo

Para as coletas, foi montado um conjunto para transmissão dos dados (potenciômetro, roda e rolo de treino) formando um cicloergômetro adaptado às coletas. Este é uma forma comum tanto dos ciclistas se exercitarem, bem como uma maneira prática utilizada em investigações científicas, visto que, as restrições de movimentos das partes superiores contribuem para a realização de pesquisas (ATKINSON et al., 2003).

Para se realizar os registros dos valores proporcionados pelo conjunto de transmissão de dados, foi utilizado um ciclocomputador da Marca Garmin (Modelo Edge<sup>®</sup> 1000) com o sistema ANT+ <sup>(1)</sup> e Bluetooth (Figura 4).

Em relação à autonomia do aparelho, o mesmo apresenta uma pilha de lítio recarregável, com capacidade funcionamento de até 15h em um intervalo de temperatura de -20°C a 60°C e frequência de recebimento de dados sem fio de 2,4 GHz.



**Figura 4.** Imagem ilustrativa do Garmin modelo Edge<sup>®</sup> 1000.

<sup>(1)</sup> ANT+ (Lê-se ANT PLUS): É um sistema para monitoramento, coleta e transferência de dados entre diferentes sensores e aparelhos de marcas distintas, como ritmo cardíaco, velocidade e geolocalização. É usado na linha de equipamentos de fitness da Garmin.

Para a montagem do conjunto de transmissão, foi adotado dos diversos modelos e marcas de potenciômetros existentes no mercado, o modelo *PowerTap* modelo G3 com as seguintes especificações técnicas: Peso 325g; 24 raios, 1 bateria CR2032 e sistema de comunicação ANT+ e Bluetooth (Figura 5). Este modelo é facilmente utilizado no local dos cubos<sup>2</sup> das rodas (dianteiro e/ou traseiro).



**Figura 5.** Imagem do cubo traseiro (*PowerTap* modelo G3).

Ao *PowerTap* foi adicionado um conjunto de 10 catracas (a maior com 36 dentes e a menor com 11 dentes) que dependendo da combinação realizada com as coroas das bicicletas utilizadas nos testes, poderiam fornecer aos ciclistas, a combinação de 20 até 30 marchas. Partindo deste conjunto (*PowerTap* e catracas), montou-se em uma roda aro 29pol (modelo speed) substituindo-se o cubo traseiro tradicional (Figura 6), pelo potenciômetro.

Em relação à acurácia do equipamento *PowerTap* em um estudo de monitoramento entre o sistema SRM e o *PowerTap* (GARDNER et al., 2004), realizaram testes em diferentes condições de tempo, temperatura, cadência e potência (variando de 50-1000w), e foram descritos scores de calibração respectivos de  $2,3 \pm 4,9\%$  e  $2,5 \pm 0,5\%$ .

---

<sup>2</sup> Parte central da roda responsável por fixar o conjunto formado pelo aro e raios das rodas



**Figura 6.** Imagem do conjunto (cubo traseiro e catracas).

Foi utilizado no aro um pneu (Figura 7) da marca Levorin modelo Tube Type 23-622, buscando-se minimizar ao máximo a interferência da resistência deste ao rolamento de todo o conjunto de transmissão de dados.



**Figura 7.** Imagem do pneu utilizado nas coletas.

O tamanho da roda de 700-23c (equivalente a 2096 cm) foi intencionalmente escolhido uma vez que essa seria compatível com quaisquer tamanhos de rodas das bicicletas dos avaliados (26; 27,5 ou 29pol), em função da espessura do pneu utilizado.

Após realizar a troca da roda original pela roda com o sistema de transmissão, as bicicletas foram acopladas e estabilizadas pela fixação da roda traseira a um sistema de parafusos laterais (Figura 8) do rolo de treino da marca Oxer High Performance (modelo 843675 – Magnetic Resistance de 8,3Kg com as medidas de 61cm x 18,5cm x 51cm).



**Figura 8.** Imagem rolo de treino Oxer High Performance (modelo 843675).

O rolo de treinamento possibilitou a estabilização e suporte para que fosse oferecida à resistência aos giros da roda traseira de bicicleta. Sobre a resistência do rolamento (KYLE, 1986), entende-se que este interfere significativamente para o total custo de energia de ciclismo, entretanto, somente em velocidades lentas (< 15 km/h), e que considerando condições comuns (corridas de estrada ou pista), ou no caso, especificamente no teste laboratorial, a resistência do rolamento costuma ser praticamente insignificante, se comparado a outros fatores mais importantes, como: a massa corporal do ciclista somada com a bicicleta; diâmetro, tipo de material e pressão do pneu.

### 3.3.2 Procedimentos de coletas da P<sub>lmáx</sub>

#### 3.3.2.1 Metodologia da avaliação das Pressões Inspiratórias Máximas

Todos os protocolos de registro da P<sub>lmáx</sub> foram realizados sob a supervisão de um avaliador devidamente treinado e para os cálculos dos valores previstos para os sujeitos do estudo, foi adotada a equação proposta por Neder et al. (1999), representada por:  $P_{lmáx} \text{ prevista} = -0,80 \times \text{idade} + 155,3$ .

Atendendo as necessidades dos objetivos traçados ao estudo, foram realizados registros da P<sub>lmáx</sub> em três momentos distintos:

**1º momento:** P<sub>lmáx</sub> em repouso (pré teste) destinada à identificação dos valores previstos e obtidos para os avaliados.

**2º momento:** P<sub>lmáx</sub> pós *sprints* (logo após a execução do 1º ao 4º *sprints*, ou seja, dentro do tempo total de execução do protocolo).

**3º momento:** P<sub>lmáx</sub> durante os minutos de recuperação (de 0 a 15 minutos pós teste).

##### 3.3.2.1.1 Procedimentos de registros P<sub>lmáx</sub> no 1º momento

Na realização das medidas pré teste, os voluntários mantiveram-se sentados durante todo o processo avaliativo, mantendo a postura ereta (90º de flexão do quadril), conforme Figura 9, sendo solicitado que realizassem as manobras partindo do volume residual. Além disso, foi utilizado um clipe nasal para evitar fuga de ar pelas narinas. Para mais, com o intuito de prevenir a interferência da contração dos músculos da mímica facial sobre as medidas

avaliativas, um orifício de 2mm foi utilizado na peça que conecta o bocal ao manovacuômetro (BLACK e HYATT, 1969).

Foram realizadas no mínimo cinco manobras máximas, devendo ser três aceitáveis e duas reproduzíveis (com diferença inferior a 10% entre elas), com um minuto de intervalo entre as mesmas. Para padronizar as manobras e alcance de melhores resultados, os esforços inspiratórios deveriam ser sustentados por ao menos um segundo, sendo registrados os maiores valores obtidos para as análises (BLACK e HYATT, 1969; NEDER et al., 1999)



**Figura 9.** Imagem de um voluntário realizando a medida da pressão inspiratória máxima em repouso.

#### 3.3.2.1.2 Procedimentos de registros $PI_{m\acute{a}x}$ no 2º momento

Após estarem devidamente posicionados sobre a bicicleta e sentados no selim durante os testes, e imediatamente após cada *sprint*, era solicitado aos ciclistas para manterem constante a cadência de pedalada e que reajustassem o tronco de modo a ficar pedalando na posição sentada (tronco em 90°). Em seguida, executavam a manobra respiratória pra registro da  $PI_{m\acute{a}x}$  (Figura 10).

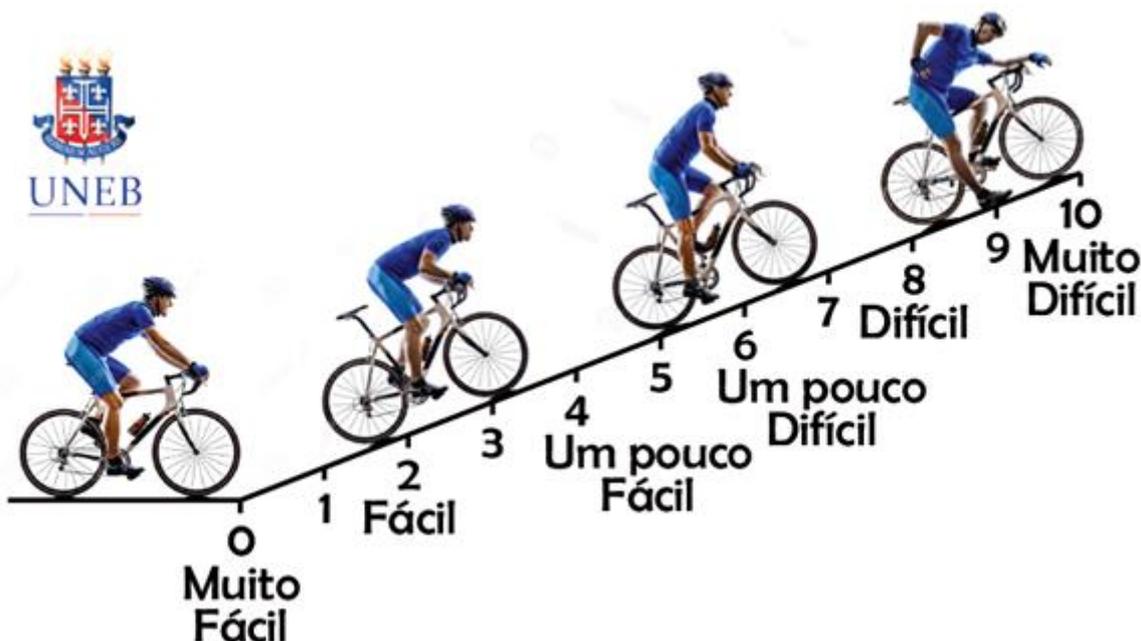


**Figura 10:** Ciclista realizando a medida da  $PI_{m\acute{a}x}$  durante o *sprint*.

Juntamente com os registros das  $PI_{m\acute{a}x}$ , foi utilizada uma escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) - Escala Omni adaptada (Figura 11). A Escala OMNI-Ciclismo para a Percepção de Esforço é um instrumento que teve sua validade estudada (ROBERTSON ET AL., 2000; LAGALLY E ROBERTSON, 2006 E UTTER ET AL., 2004) em diferentes grupos (crianças e adultos) e atividades (exercícios em cicloergômetros, exercício contra resistência, caminhada e subida em escada).

Na aplicação da mesma, foi solicitado verbalmente aos ciclistas que avaliassem seu esforço pela escala (variando de 0 - muito fácil a 10 - muito difícil) imediatamente após a tomada de  $PI_{m\acute{a}x}$  pós *sprints*.

Todos os valores de percepção subjetiva coletados, juntamente com as pressões inspiratórias máximas pós *sprints* foram registrados e posteriormente armazenados em uma planilha.



**Figura 11:** Escala de Omni (Adaptado de Robertson et al., 2004)

### 3.3.2.1.3 Procedimentos de registros $Pl_{máx}$ no 3º momento

Também, ao término dos *sprints*, foram verificados os valores referentes às pressões inspiratórias máximas, e para esses registros foi adotada a seguinte metodologia:

Na fase pós teste foi orientado que interrompessem o teste imediatamente quando atingissem o tempo de 01:05:00h (sinalizado com 3 *bips* sonoros emitidos pelo aparelho e alertado verbalmente pelos avaliadores) e que descessem das bicicletas para a cadeira disponibilizada próxima à mesma.

Assim, sentados (Figura 12), todos foram orientados que deveriam adotar a postura de 90º do tronco, para realização de novos registros de  $Pl_{máx}$  nos tempos de recuperação (0min, 3min, 6min, 9min, 12min e 15min).

Considerando-se o estado de fadiga dos participantes e o tempo total do protocolo (FORBES et al., 2011) foi adotado apenas um registro da  $Pl_{máx}$

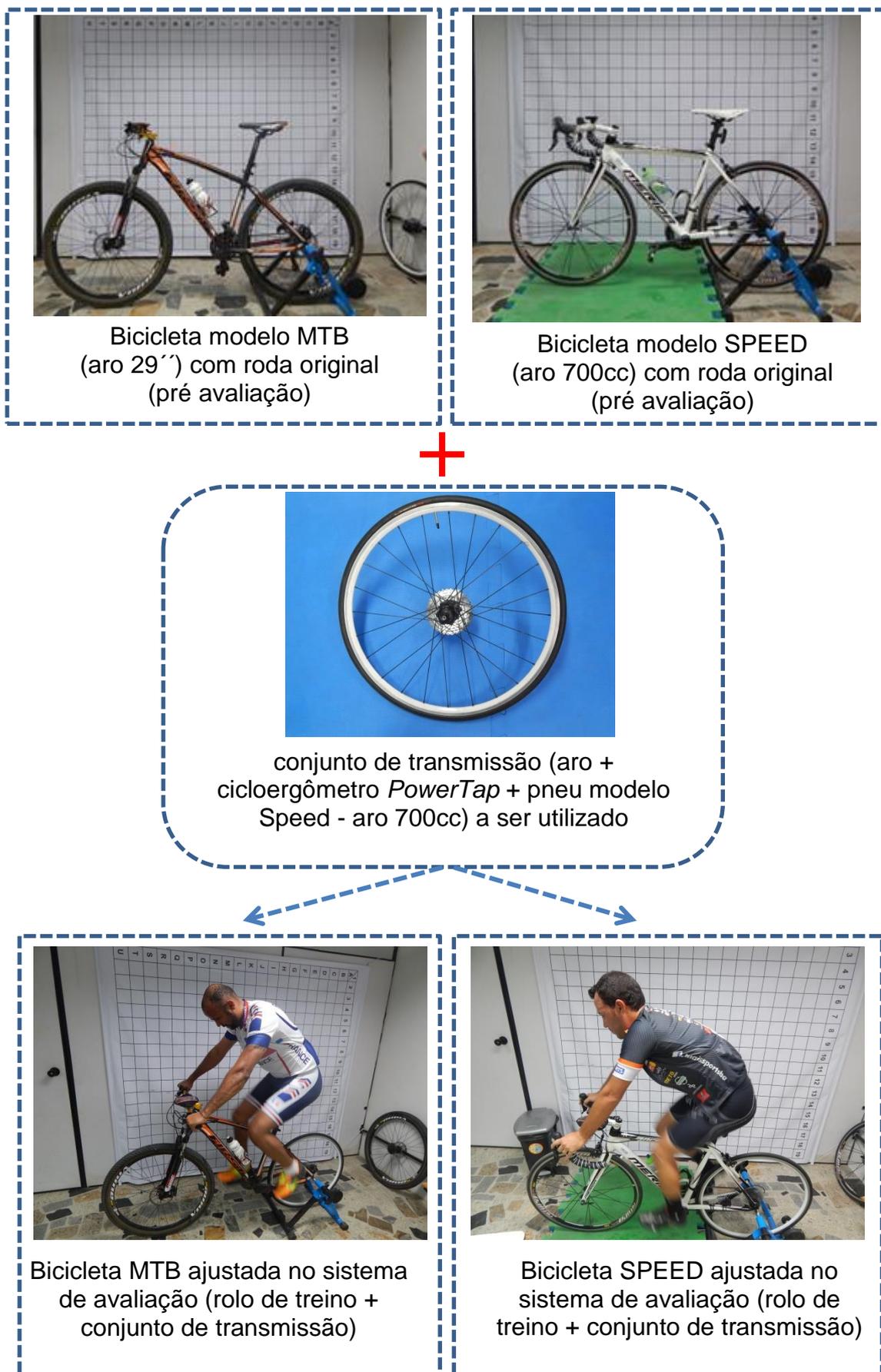
(tanto nas coletas pós *sprints*, bem como pós testes). Em todos os registros, foi utilizado um clipe nasal e a PImáx foi iniciada a partir do volume residual, buscando-se desta forma, a manutenção e padronização dos procedimentos para todas essas manobras (GRIFFITHS e MCCONNELL, 2007).



**Figura 12:** Procedimentos de registros PImáx durante a recuperação.

### 3.3.3 Protocolo de avaliação do ciclismo

A utilização de equipamentos esportivos específicos e de uso familiar ao ciclista é de extrema importância (PADILLA et al., 1996), assim respeitando-se esse princípio, durante a realização de todas as coletas, optou-se pela utilização da bicicleta individual de cada um, trocando-se apenas o conjunto de original de cada bicicleta (roda traseira e sistema de catracas) pelo conjunto de transmissão utilizado no estudo (aro + cicloergômetro *PowerTap* + pneu modelo speed - aro 700cc) como apresentado na Figura 13.



**Figura 13.** Esquema de utilização da roda de avaliação nas bicicletas

Para simular as condições do ciclismo optou-se em não climatizar o laboratório visto que nas práticas diárias, os ciclistas encontram condições climáticas adversas (vento, chuva e/ou garoas e grandes variações de temperatura e pressões atmosféricas).

Durante os testes, todos os ciclistas utilizaram as vestimentas habituais de competição sendo composta por: meias, sapatilhas, bermuda acolchoada e/ou *bretelle*<sup>3</sup>, camiseta, luvas, capacete e óculos de proteção, sendo os três últimos opcionais por se tratar de um ambiente fechado.

Buscando-se a manutenção do conforto térmico, foi disponibilizado um ventilador móvel para minimizar assim, possíveis desconfortos de sudorese excessiva ou aumento da temperatura corporal.

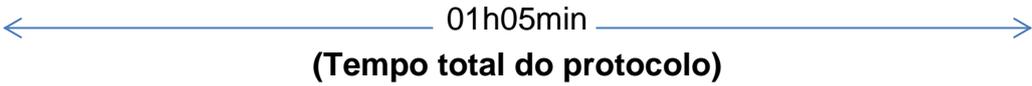
Foram registrados os valores de pressão atmosférica ( $876,1 \pm 128,08$  mm/Hg), temperatura interna do laboratório ( $24,5 \pm 1,62$  °C) e umidade relativa do ar ( $73 \pm 6,28\%$ ). Para o registro destes valores foi utilizado um termo higrômetro digital modelo WS1066 com frequência 433,9 MHz.

Optou-se pela aplicação do protocolo de avaliação da potência funcional (Teste FTP) proposto nas configurações do Garmin Edge<sup>®</sup> 1000. Os testes foram desenvolvidos em etapas contínuas distribuídas em um tempo total 01h05min.

A organização do tempo era distribuída respectivamente em (20min de aquecimento e estágios de 5min, 10min, 20min e 10min), conforme exposto na Figura 14.

---

<sup>3</sup> Tipo de vestimenta comumente utilizada por ciclistas que apresenta suspensórios elásticos, com o objetivo de manter as calças na altura adequada em função das posições adotadas durante as pedaladas.

Organização dos estágios e durações				
Aquecimento	1º Estágio	2º Estágio	3º Estágio	4º Estágio
20:00 min	05:00 min	10:00 min	20:00 min	10:00 min
 01h05min <b>(Tempo total do protocolo)</b>				

**Figura 14.** Organização do protocolo em relação aos estágios e tempos

A etapa de aquecimento foi realizada com a orientação de que o ritmo de pedaladas (cadência) deveria ser mantido de acordo com a preferência individual (LUCÍA et al., 2003), assim, de forma livre cada ciclista desenvolvia a velocidade que considerasse ideal para seu aquecimento orgânico geral, a partir de escolha pessoal da combinação entre coroas e catracas (que melhor lhe conviesse) e mantendo a cadência desejada.

Logo após o aquecimento, ao início de cada estágio foi executado um *sprint* com duração de 3 seg. totalizando-se 4 *sprints* ao longo do teste, conforme exposto na Figura 15. Além de fazerem parte do protocolo original, os *sprints* forneceram base para que fossem realizados os registros dos valores de P<sub>l</sub>máx (pós *sprints*) e assim, desenvolvermos todas as análises em relação aos três primeiros objetivos específicos do estudo.

Para que os voluntários tomassem consciência do momento de realizar a potência máxima, ao aproximar os momentos de cada *sprint* (final/início de cada estágio), além da existência de uma sequência de 5 *bips* sonoros produzidos pelo próprio aparelho, era manualmente sinalizado (na altura da visão dos ciclistas) os números de dedos relativos aos segundos restantes para o *sprint*, para que assim, o ciclista iniciasse os *sprints*.

<b>Etapa</b>	<b>Objetivo esperado</b>	<b>Duração (seg.)</b>
<b>Inicial</b>	Aquecimento livre	00:00:00 – 00:19:59
<b>Estágio 1</b>	Realização do <b>1º Sprint</b>	00:20:00 - 00:20:03
	<b>Registrar P<sub>lmáx</sub> pós <i>sprint</i> e completar estágio</b>	00:20:03 - 00:24:59
	Registro da PSE (Escala Omni)	
<b>Estágio 2</b>	Realização do <b>2º Sprint</b>	00:25:00 - 00:25:03
	<b>Registrar P<sub>lmáx</sub> pós <i>sprint</i> e completar estágio</b>	00:25:03 - 00:34:59
	Registro da PSE (Escala Omni)	
<b>Estágio 3</b>	Realização do <b>3º Sprint</b>	00:35:00 - 00:35:03
	<b>Registrar P<sub>lmáx</sub> pós <i>sprint</i> e completar estágio</b>	00:35:03 - 00:54:59
	Registro da PSE (Escala Omni)	
<b>Estágio 4</b>	Realização do <b>4º Sprint</b>	00:55:00 - 00:55:03
	<b>Registrar P<sub>lmáx</sub> pós <i>sprint</i> e completar estágio</b>	00:55:03 - 01:04:59
	Registro da PSE (Escala Omni)	
<b>Duração total do teste</b>		<b>01:04:05</b>

**Figura 15.** Distribuição dos tempos e objetivos nos estágios

Além dos registros dos valores de P<sub>lmáx</sub>, foram também registrados os valores das distâncias máximas alcançadas ao final do tempo total.

Para os registros das distâncias, o Garmin Edge® 1000 foi fixado de acordo com a possibilidade que se apresentava em cada modelo de bicicleta, sendo possível de ser fixada à mesa (avanço) ou no lado direito ou esquerdo do guidom (em função da presença de cabos de freio e/ou outros acessórios já utilizados nas bicicletas).

Assim como na etapa de aquecimento ficou de livre escolha do ciclista as combinações de marchas (relação coroas e catracas), para assim, gerar os melhores valores de cadência e velocidade, diretamente ligadas aos valores de distância percorrida por cada um deles no teste (Figura 16).



**Figura 16.** Imagem de um ciclista realizando teste.

Considerando-se os fatores que poderiam interferir sobre a distância a ser alcançada, a resistência oferecida durante toda a duração do teste ficou a cargo da solicitação individual de cada ciclista, em função da sua percepção de aderência necessária para produção de grandes velocidades nos momentos de pico de potência necessários ao teste, visto que a resistência da bicicleta (KYLE, 1986) e o atrito são os fatores que menos interferem na potência mecânica.

Como procedimento padrão, na roda traseira, foi verificada inicialmente e mantida durante todas as coletas, uma pressão interna constante de 80 libras, visto que junto com a gravidade (força que mais influencia após a resistência do ar), esta primeira pode ser o fator que possivelmente exerce a maior influência dentre as variáveis de resistência ao ciclista (KYLE, 1986).

O ajuste era executado na parte posterior do rolo, aproximando ou afastando o rotor do pneu, através do aperto no parafuso localizado na base posterior do rolo de treinamento, ao qual estavam fixadas as bicicletas no momento dos testes, conforme demonstrado na Figura 17.



**Figura 17.** Imagem do local de ajuste da resistência à roda.

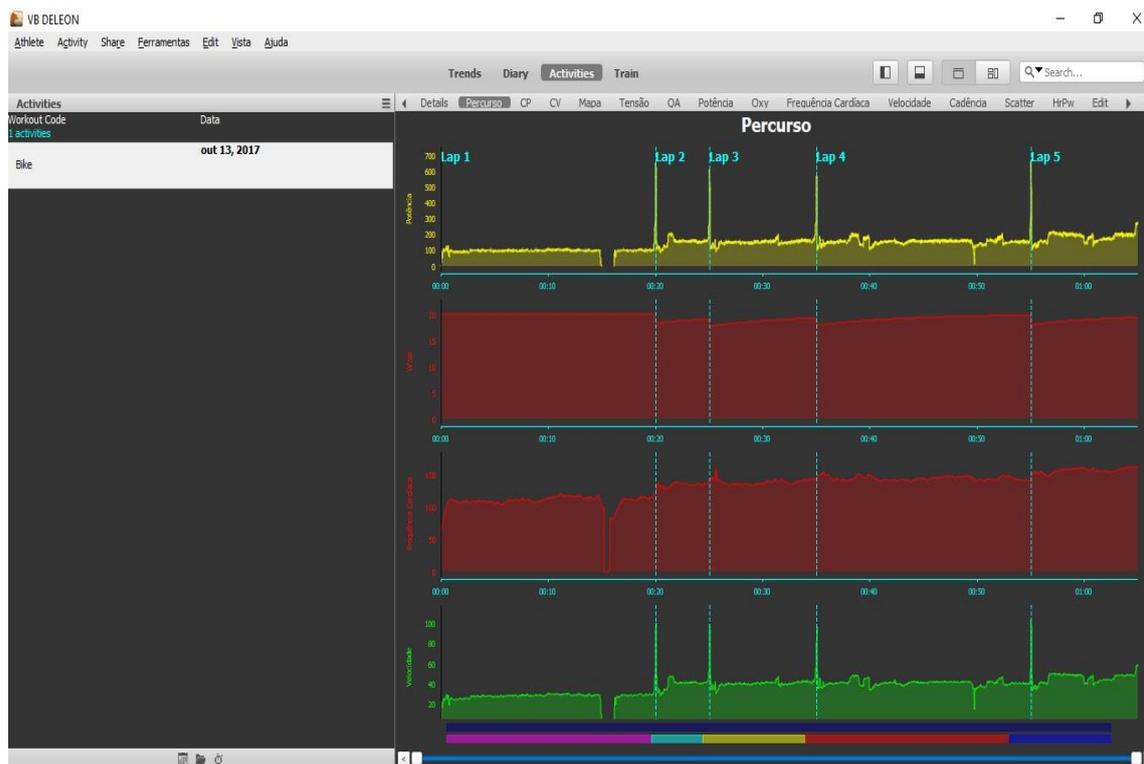
Todos os valores registrados foram posteriormente tabulados em uma planilha através do programa GoldenCheetah – Cycling Power Analysis software (versão V3.4). O software<sup>4</sup> contempla diversas formas de apresentação dos

---

<sup>4</sup> As unidades do teste são apresentadas de acordo com as cores (em amarelo os valores de W; vermelho escuro os valores de W/Kg e Frequência cardíaca e em verde os registros dos valores da velocidade)

resultados (forma geral e detalhada) de acordo com as unidades às quais o dispositivo utilizado na coleta, esteja programado.

No *layout* do programa (Figura 18), a visualização ocorre por gráficos e planilhas compatíveis com o programa Microsoft® Excel®.



**Figura 18:** Exemplo de um registro no programa *GoldenCheetah*.

### 3.4 TRATAMENTOS DOS DADOS

Para o tratamento estatístico todos dos dados foram organizados e tabulação no programa Microsoft® Excel® e analisados com o aplicativo BioEstat, e em todas as análises adotou-se significância de 5%.

Inicialmente verificou-se a distribuição dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e a partir da constatação da normalidade dos mesmos, seguiu-se a aplicação do teste t de Student para que assim fossem comparadas as variáveis referentes aos valores previstos e obtidos da PImáx.

Nas análises referentes às medidas repetidas, aplicou-se a análise ANOVA com *post hoc* de Tukey.

Os resultados referentes às variáveis respostas estão apresentados em médias e seus respectivos desvios-padrão.

Para avaliar a relação entre variáveis, utilizou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson.

## 4 RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as características dos voluntários participantes do estudo, bem como a comparação entre os valores da PImáx prevista e obtida, onde observa-se que não houve diferença significativa entre os valores.

**Tabela 1.** Características dos voluntários (n=29). Valores em média e DP.

<b>Idade (anos)</b>	39,3 ± 7,15
<b>Massa corporal (kg)</b>	75,3 ± 10,65
<b>Estatura (cm)</b>	172,7 ± 6,9
<b>Índice de Massa Corporal (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,8 ± 4,2
<b>Tempo de prática (meses)</b>	88,92 ± 91,2
<b>Quantidade treinos semana (dias)</b>	3,2 ± 1,0
<b>Horas de treino (dia)</b>	2 ± 0,6
<b>Distância alcançada (km)</b>	34,2 ± 6,2
<b>Pressão Inspiratória Máxima prevista (cmH<sub>2</sub>O)</b>	124,2 ± 5,5
<b>Pressão Inspiratória Máxima obtida (cmH<sub>2</sub>O)</b>	127,7 ± 25,7*

\*Diferença não significativa em relação à pressão inspiratória máxima prevista.

A comparação entre os valores das PImáx obtidas no pré teste de com os valores obtidos durante os *sprints* estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que todos os valores relacionados às medidas obtidas durante os esforços, decaíram significativamente em relação ao valor de repouso pré teste.

**Tabela 2.** Comparação entre os valores das pressões inspiratórias máximas (P<sub>Imáx</sub>) obtidas em repouso pré teste com a dos *sprints*. Valores em média e DP.

P <sub>Imáx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)				
Pré teste	1º <i>sprint</i>	2º <i>sprint</i>	3º <i>sprint</i>	4º <i>sprint</i>
127,7 ±25,7	93,4 ±20,8*	99,5 ±22,9*	102,0 ±27,1*	102,2 ±25,8*

\*p<0,001: vs P<sub>Imáx</sub> pré teste.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores da comparação entre as percepções subjetivas do esforço obtidas posteriormente aos 4 *sprints*. Observam-se aumentos significativos dos índices da PSE entre todos os *sprints*, sendo registrados os maiores PSE após o do 4º *sprint*.

**Tabela 3.** Comparação entre os valores da percepção subjetiva de esforço obtidos nos quatro *sprints* do teste de esforço. Valores em média e DP.

Percepção subjetiva do esforço (escala Omni de 0-10)			
1º <i>sprint</i>	2º <i>sprint</i>	3º <i>sprint</i>	4º <i>sprint</i>
2,6 ±1,2*	4,2 ±1,5 <sup>#</sup>	5,1 ±1,7 <sup>†</sup>	6,6 ±2,0

\*p<0,001: vs 2º, 3º e 4º *sprints*; <sup>#</sup>p<0,001: vs 3º e 4º *sprints*; <sup>†</sup>p<0,001: vs 4º *sprint*.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores da comparação das pressões inspiratórias máximas no 4º *sprint* com os valores obtidos na recuperação pós teste, onde se observa aumento significativo no 12º e 15º minutos em relação ao 4º *sprint*. Também se observa que os valores do 15º minuto foram maiores que os do tempo 0 e do 3º minuto.

**Tabela 4.** Comparação entre os valores das pressões inspiratórias máximas (P<sub>Imáx</sub>) obtidas no 4<sup>o</sup> *sprint* e na recuperação pós teste. Valores em média e DP.

P <sub>Imáx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)						
4 <sup>o</sup> <i>sprint</i>	Tempo 0	3 min pós	6 min pós	9 min pós	12 min pós	15 min pós
102,2 ± 25,8	104,9 ± 25,9	108,1 ± 23,6	110,9 ± 22,1	109,9 ± 23,9	112,7 ± 21,1*	118,0 ± 20,0*#†

\*p<0,05: vs final do 4<sup>o</sup> *sprint*; #p<0,05: vs tempo 0; †p<0,05: vs 3 minutos pós teste.

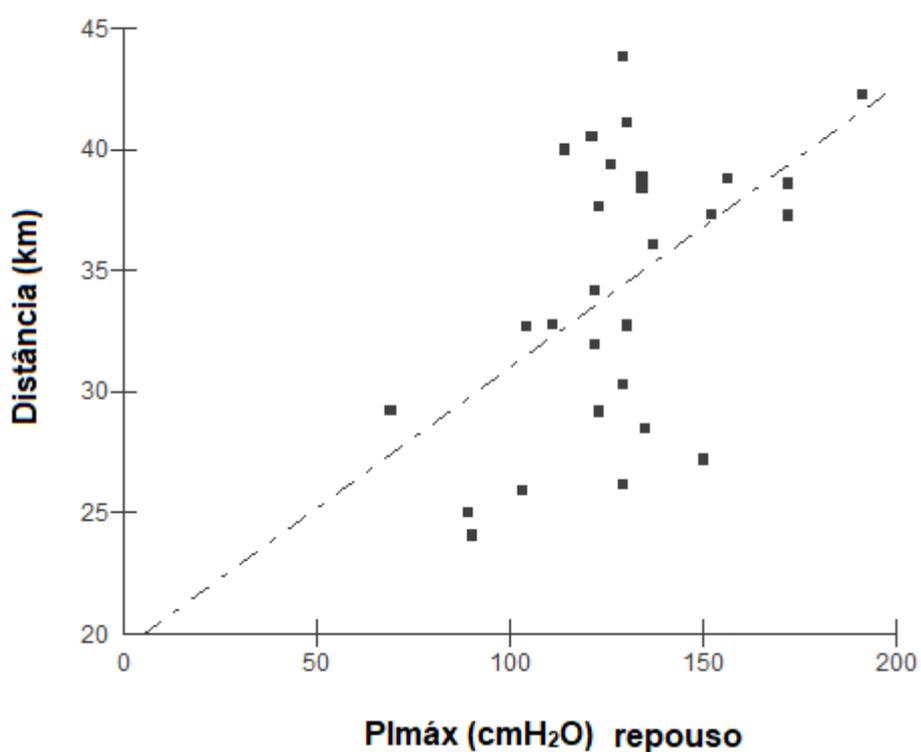
Na Tabela 5 estão apresentados os valores da comparação entre as pressões inspiratórias máximas na condição de repouso pré teste, condição imediatamente após o final do teste e após 15 minutos de recuperação pós teste. Observa-se que o valor da condição imediatamente pós teste apresentou-se significativamente inferior às demais condições, e que não houve diferença na comparação entre as demais condições.

**Tabela 5.** Comparação entre os valores das pressões inspiratórias máximas (P<sub>Imáx</sub>) obtidas no pré teste, imediatamente após o teste e ao final da recuperação de 15 minutos pós teste. Valores em média e DP.

P <sub>Imáx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)		
Repouso pré teste	Imediatamente pós teste	15 min pós recuperação
127,7 ± 25,7	104,9 ± 25,9*†	118,0 ± 20,0

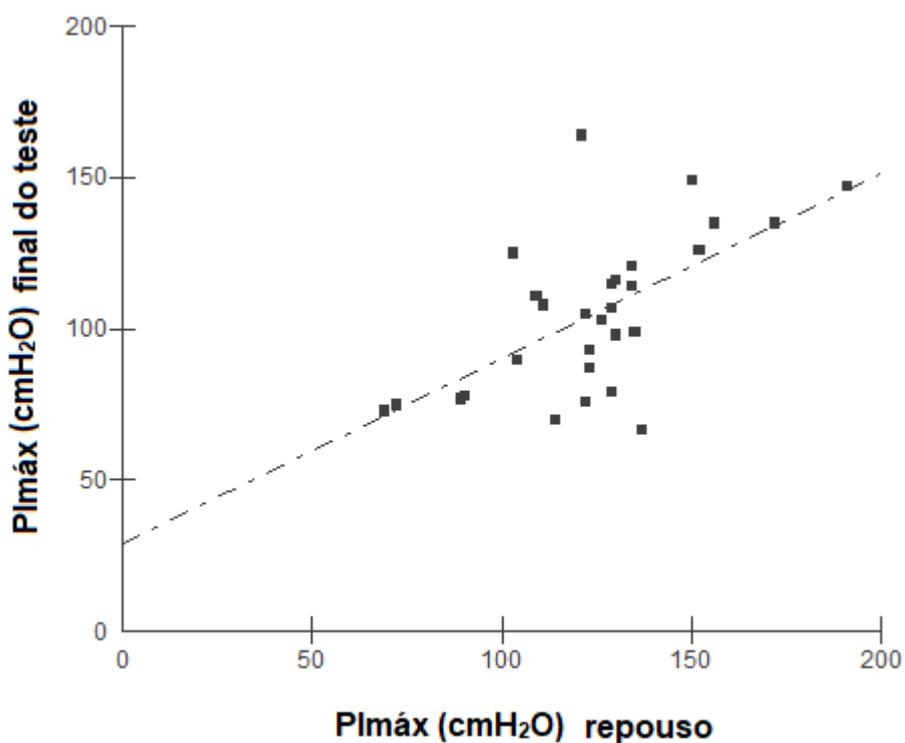
\*p<0,001: vs pré teste; †p<0,01: vs 15 min pós recuperação do teste.

Na Figura 19 está a representação gráfica da análise de correlação entre a  $P_{\text{Imáx}}$  ( $\text{cmH}_2\text{O}$ ) e a distância percorrida no teste de esforço (km), onde se observou correlação positiva e significativa entre as variáveis.



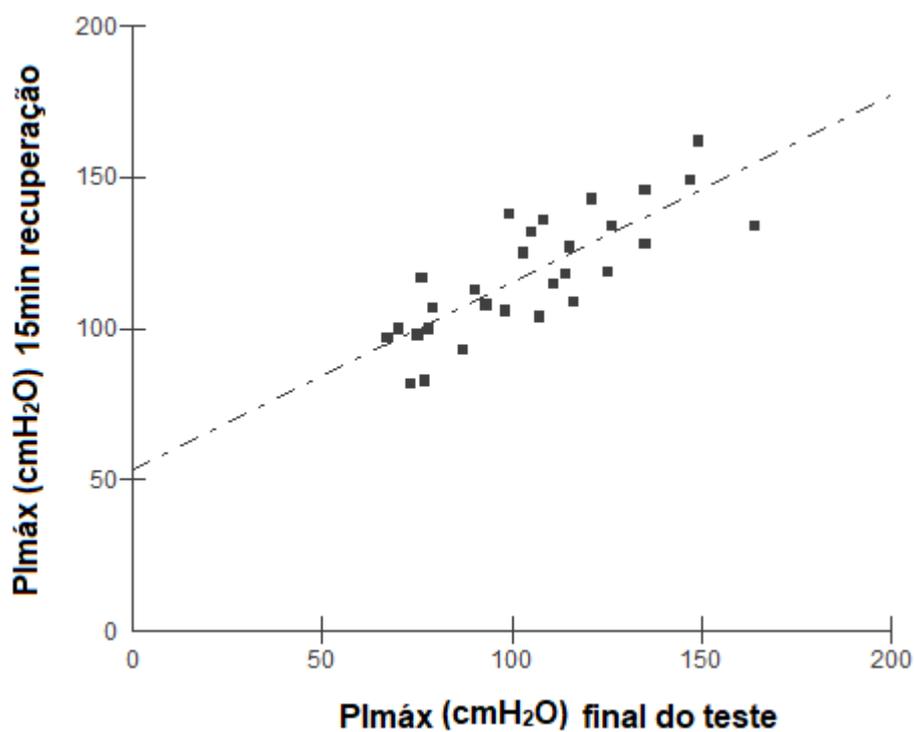
**Figura 19.** Análise de correlação entre a  $P_{\text{Imáx}}$  ( $\text{cmH}_2\text{O}$ ) pré teste e a distância percorrida (km) no teste.  $r=0,52$ ;  $r^2=0,27$ ;  $p=0,004$ .

Na Figura 20 encontra-se a representação gráfica da análise de correlação entre a PImáx (cmH<sub>2</sub>O) em repouso pré teste e a PImáx (cmH<sub>2</sub>O) ao término do teste de esforço, onde se observou correlação positiva e significativa entre as variáveis.



**Figura 20.** Análise de correlação entre a PImáx pré teste e a PImáx ao final do teste.  $r=0,61$ ;  $r^2=0,38$ ;  $p=0,0003$ .

Na Figura 21 encontra-se a representação gráfica da análise de correlação entre a P<sub>Imáx</sub> (cmH<sub>2</sub>O) ao final do teste e a P<sub>Imáx</sub> (cmH<sub>2</sub>O) após 15 minutos de recuperação pós teste de esforço, onde se observou correlação positiva e significativa entre as variáveis.



**Figura 21.** Análise de correlação entre a P<sub>Imáx</sub> ao final do teste e a P<sub>Imáx</sub> após 15 minutos de recuperação pós teste.  $r=0,80$ ;  $r^2=0,63$ ;  $p<0,0001$ .

## 5 DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo mostraram que durante o esforço físico, houve queda da P<sub>lmáx</sub> e que a mesma se reestabeleceu após 15 minutos de recuperação pós esforço. Além disso, houve correlação positiva entre a P<sub>lmáx</sub> e a distância percorrida no teste de esforço, bem como houve correlação positiva entre a P<sub>lmáx</sub> de repouso com a P<sub>lmáx</sub> no final do teste, e também correlação positiva entre a P<sub>lmáx</sub> no final do teste e a P<sub>lmáx</sub> após 15 minutos de recuperação pós teste.

O trabalho muscular respiratório é um importante determinante na condutância vascular para os membros em atividade durante o exercício (St Croix et al., 2000), sendo que em níveis elevados de trabalho dessa musculatura, ocorre vasoconstrição nos membros em atividade (HARMS et al., 2000). Esse mecanismo se dá pela ativação de fibras aferentes do tipo III e IV, mecanossensitivas e quimiossensitivas ricamente presentes no diafragma, responsáveis pela ativação de um mecanismo reflexo inibitório, induzido pela fadiga do músculo diafragma, ativado pelo incremento das cargas de trabalho requeridas a musculatura respiratória (St Croix et al., 2000). Durante o incremento do exercício, as fibras do tipo III e IV aferentes no diafragma são ativadas, entretanto, em níveis mais elevados de exercício onde se apresenta menor tensão do diafragma, pela fadiga, a ativação das fibras do tipo IV é aumentada, enquanto a ativação das fibras do tipo III é reduzida, tendo evidências que as fibras do Tipo IV compreendem o maior efeito inibitório da fadiga induzida pelo reflexo originário do diafragma (Hill, 2000), provavelmente induzidas pelas alterações quimiossensitivas.

No presente estudo, em relação à  $P_{\text{Imáx}}$  de repouso pré teste de esforço, a mesma apresentou-se dentro dos valores previstos para a população saudável, no entanto durante o esforço houve queda nos valores da mesma no início do teste, os quais se estabilizaram e se mantiveram em todos os *sprints*, até o final do teste. Esses resultados possivelmente se justificam pelo fato de que uma melhor força dos músculos respiratórios pode ser responsável pela melhor eficiência ventilatória e maior resistência à fadiga, através de uma menor exigência metabólica dessa musculatura durante o exercício, impedindo ou minimizando a ativação do mecanismo reflexo de vasoconstrição dos músculos locomotores (Sheel, 2002), podendo assim, proporcionar melhora do desempenho atlético.

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 na análise da correlação entre as variáveis. A correlação entre a  $P_{\text{Imáx}}$  e a distância percorrida no teste de esforço específico para os ciclistas mostrou relação positiva e significativa, ou seja, quanto maior a FMI, maior a distância percorrida no teste de avaliação do desempenho físico.

Sendo assim, 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  $P_{\text{Imáx}}$  e a distância percorrida 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). 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 conseqüente menor oferta de oxigênio à musculatura dos membros ativos, o que gera queda do rendimento destes músculos pela exacerbação do desequilíbrio ácido básico gerado pelo exercício físico (HARMS et al, 2000; St CROIX et al., 2000).

Com base nestas informações, a relação encontrada entre a FMI e a distância percorrida no teste de ciclismo, talvez possa ter acontecido pela menor ativação das fibras aferentes do tipo III e IV durante o esforço. A maior força dos músculos inspiratórios pode ter gerado uma melhor distribuição do fluxo sanguíneo aos músculos em atividade, o que possivelmente evitou o acúmulo de metabólitos e subprodutos da contração muscular.

Assim, considerando o referido acima e a existência de correlação positiva entre a P<sub>Imáx</sub> e a distância percorrida, sugere-se que a FMI colaborou para a o melhor desempenho físico dos ciclistas, considerando ainda que a análise da PSE mostrou ao final do teste, em uma escala de 0 a 10, um valor médio de 6.6, classificando o esforço entre “um pouco difícil” e “difícil”, sugerindo que os voluntários não referiram exaustão de membros inferiores e conseguiram concluir o teste.

Outro achado relevante do estudo foi o fato de que durante os 15 minutos da recuperação pós teste, os valores da P<sub>l</sub>máx retornaram ao valores iniciais de repouso, bem como houve correlação positiva e significativa entre a P<sub>l</sub>máx no final do teste com a P<sub>l</sub>máx após 15 minutos de recuperação pós teste, demonstrando que quanto maior o valor da P<sub>l</sub>máx no final do teste, maior foi o valor de recuperação após 15 minutos ao término do esforço.

Na avaliação das pressões respiratórias em triatletas (BOUSSANA et al., 2003) utilizando-se de quatro protocolos distintos (1<sup>o</sup> = fadiga volitiva em cicloergômetro; 2<sup>o</sup> = 20min ciclismo; 3<sup>o</sup> = 20min de corrida e 4<sup>o</sup> = 20min de ciclismo seguido 20min de corrida) não encontraram diferença dos valores pré vs pós (em todos os protocolos) em relação à P<sub>E</sub>máx, entretanto, nos valores comparados da P<sub>l</sub>máx, encontraram diminuição significativa do pré vs pós para o 2<sup>o</sup> protocolo. Esses achados corroboram os dados da presente pesquisa, uma vez que foram encontrados nas comparações entre os valores das pressões inspiratórias máximas pré teste diferenças significativas com todos os valores pós *sprints*.

Sobre seus achados, Boussana et al. (2003) apontam que o ciclismo quando comparado à corrida tem um papel mais importante no processo de diminuição da força muscular respiratória e que como consequência, os triatletas devem considerar esta variável como um possível limitador para o desempenho do ciclismo, e assim utilizar o treinamento dos músculos inspiratórios para melhorar o desempenho no triatlo.

A inexistência de estudos prévios que tenham analisado o comportamento da P<sub>l</sub>máx em repouso com os valores obtidos após *sprints* no ciclismo nos impede de discutir as respostas com outros achados similares. No

entanto, Johnson, Sharpe e Brown (2007) avaliaram o comportamento da P<sub>Imáx</sub> após um teste de 25km na condição de pré e pós TMI. Anteriormente ao protocolo de TMI, os autores identificaram após 3min ao término do teste, redução significativa da força muscular inspiratória tanto no grupo treinamento quanto no grupo controle, entretanto, 15 min após foram encontradas diferenças significativas apenas no grupo controle. Após 6 semanas a principal constatação foi que o TMI melhorou o desempenho no contra relógio acompanhado do aumento da capacidade anaeróbia quando comparados ao grupo controle.

Apesar do presente estudo não ter como objetivo o treinamento muscular inspiratório, também identificou-se diferença significativa 15 min após término do teste em relação aos valores registrados ao final dos sprints, entretanto, não significativos em relação aos valores iniciais da P<sub>Imáx</sub>, ou seja, os resultados são sugestivos de que após 15 minutos ao término do teste, houve recuperação da fadiga muscular inspiratória.

Bernardi et al. (2014) avaliaram o efeito de TMI no desempenho do ciclismo e corrida de triatletas alocados em dois grupos (treinamento e controle). Após avaliação inicial (cicloergômetro e esteira) os atletas foram submetidos a cinco semanas de TMI e reavaliados posteriormente. Como resultados, foram encontrados aumentos significativos na P<sub>Imáx</sub>, 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.

É possível constatar em estudos que utilizaram o referido treinamento, que a força muscular respiratória é uma variável relevante para o desempenho

físico. Pesquisas que avaliaram os efeitos do TMI sobre o desempenho físico/esportivo em atletas de diversas modalidades têm demonstrado a grande importância da inserção desse tipo de treinamento na rotina de tais sujeitos (CAINE e McCONNELL, 1998; ROMER, McCONNELL E JONES, 2002), os quais identificaram que o treinamento muscular inspiratório com ciclistas atenua significativamente a PSE referente ao periférico durante exercícios máximos.

Volianitis, McConnell e Jones (2001) e Johnson, Sharpe e Brown (2007) avaliaram os efeitos do TMI em remadores e ciclistas, respectivamente, obtendo melhora em seus desempenhos esportivos nas provas de 5000 m (remadores) e 25 km (ciclistas). Além de observarem o aumento da tolerância ao exercício (BAILEY et al., 2010), encontraram reduções significativas da concentração de lactato sanguíneo até o sexto minuto do teste de esforço físico com carga constante, bem como observaram um aumento na amplitude do componente lento da cinética do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), atribuindo esses achados a redução da magnitude de ativação do metaborreflexo muscular inspiratório.

Apesar dos resultados promissores, apontamos como limitação a impossibilidade de um desenho ideal de estudo, ou seja, um ensaio clínico randomizado e controlado, no qual os ciclistas tivessem sido submetidos ao treinamento muscular inspiratório. Contudo, ressaltamos a importância deste estudo para a comunidade científica, técnicos e treinadores, que precisam de respostas práticas com embasamento teórico e científico.

## 6 CONCLUSÃO

Os voluntários estudados apresentaram valores das pressões inspiratórias máximas dentro do previsto, bem como relação positiva e significativa entre a  $P_{lm\acute{a}x}$  e a distância percorrida no teste específico de esforço, sugerindo que a força dos músculos inspiratórios pode exercer influência positiva sobre o desempenho físico de ciclistas amadores.

Em relação à fadiga muscular inspiratória, houve redução da  $P_{lm\acute{a}x}$  com a progressão do esforço durante o teste, a qual retornou aos valores iniciais após 15 minutos de recuperação, bem como, houve correlação positiva entre a  $P_{lm\acute{a}x}$  pré teste com a  $P_{lm\acute{a}x}$  obtida após 15 minutos de recuperação pós teste, sugerindo que a força muscular inspiratória pode influenciar na recuperação da fadiga muscular inspiratória desenvolvida durante esforço físico.

A partir destes resultados é possível concluir que os ciclistas que apresentaram maior força muscular inspiratória inicial, apresentam ao final do tempo de 15 minutos de recuperação maior força muscular inspiratória, confirmando assim a hipótese inicial de que os ciclistas com maior força muscular inspiratória teriam melhor desempenho físico em teste específico para a modalidade, bem como teriam melhor recuperação da fadiga muscular inspiratória após o teste de esforço.

O estudo fornece evidências do comportamento da  $P_{lm\acute{a}x}$  durante e após teste de esforço em ciclistas amadores, entretanto, mais estudos são necessários para esclarecer sobre os mecanismos que influenciam o

metaboreflexo e as mudanças advindas deste mecanismo, visto que a prevalência do metaboreflexo sobre o efeito vasodilatador local presente nos músculos do aparelho locomotor é ainda uma questão a ser esclarecida.

## REFERÊNCIAS

American Thoracic Society/European Respiratory Society - ATS/ERS. Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:518-624.

Atkinson G, Davison R, Jeukendrup A, Passfield L. Science and cycling: current knowledge and future directions for research. *Journal of Sports Sciences.* 2003;21(9):767–787.

Bailey SJ, Romer LM, Kelly J, Wilkerson DP, Dimenna FJ, Jones AM. Inspiratory muscle training enhances pulmonary O<sub>2</sub> uptake kinetics and high-intensity exercise tolerance in humans. *J Appl Physiol.* 2010;109:457–68.

Bender PR, Martin BJ. Maximal ventilation after exhausting exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1985;17:164-7.

Bernardi E, Melloni E, Mandolesi G, Uliari S, Grazi G, Cogo A. Respiratory Muscle Endurance Training Improves Breathing Pattern in Triathletes. *Ann Sports Med Res.* 2014(1):1003.

Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702

Boussana A, Galy O, Hue O, Matecki S, Varray A, Ramonatxo M, Le Gallais D. The effects of prior cycling and a successive run on respiratory muscle performance in triathletes. *Int J Sports Med.* 2003;24(1):63-70.

Burke ER. Physiology of cycling. In: Garrent & Kirkendall, editors. *Exercise and sport science.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.2000:759-70.

Caine MP, McConnell AK (1998). Pressure threshold inspiratory muscle training improves submaximal cycling performance. In: Sargeant AJ, Siddons H (eds). *Third Annual Conference of the European College of Sport Science.* The Centre for Health Care Development, Manchester, UK, pp 101.

Dempsey JA, Romer L, Rodman J, Miller J, Smith C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respir Physiol Neurobiol.* 2006;151(2-3):242-250.

Descritores em Ciências da Saúde: DeCS [Internet]. ed. 2017. São Paulo (SP): BIREME / OPAS / OMS. 2017 [atualizado 2017 Mai; citado 2017 Jun 13]. Disponível em: <http://decs.bvsalud.org>.

Diefenthaeler F, Candotti CT, Ribeiro J, Oliveira AR. Comparação de respostas fisiológicas absolutas e relativas entre ciclistas e triatletas. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13:205-8.

Diefenthaeler F, Vaz MA. Aspectos Relacionados à Fadiga Durante o Ciclismo: Uma Abordagem Biomecânica. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(5):472-77.

Dodds SL, Powers SK, Thompson D, Landry G, Lawler J. Exercise performance following intense, short-term ventilatory work. *Int J Sports Med*. 1989;10:48–52.

Forbes S, Game A, Syrotuik D, Jones R, Bell GJ. The Effect of Inspiratory and Expiratory Respiratory Muscle Training in Rowers, *Research in Sports Medicine: An International Journal*. 2011,19(4):217-230.

Gardner AS, Stephens S, Martin DT, Lawton E, Lee H, Jenkins D. Accuracy of SRM and Power Trap Power monitoring systems for bicycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004;36:1252-8.

Griffiths LA, McConnell AK. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *Eur J Appl Physiol*. 2007;99:457–66.

Harms CA, Wetter TJ, St Croix CM, Pegelow DF, Dempsey JA. Effects of respiratory muscle work on exercise performance. *J Appl Physiol*. 2000; 89 (1): 131-8.

Hill JM. Discharge of group IV phrenic afferent fibers increases during diaphragmatic fatigue. *Brain Research*. 2000; 856:240–244

Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Raymaekers J, Goossens N, Gayan-Ramirez G, Hemans G, Trooters T. The assessment of inspiratory muscle fatigue in healthy individuals: A systematic review. *Respiratory Medicine*. 2013;107:331-46.

Johnson BD, Babcock MA, Suman OE, Dempsey JA. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *J Physiol.* 1993;460:385-405.

Johnson MA, Sharpe GR, Brown PI. Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101:761-770. DOI 10.1007/s00421-007-0551-3

Kilding AE, Brown S, Mcconnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *European Journal of Applied Physiology.* 2010;108(3):505-511.

Kyle CR. Mechanical factors affecting the speed of a bicycle. In *Science of Cycling* (edited by E.R. Burke), 1986:123–136. Champaign, IL: Human Kinetics.

Lagally KM, Robertson RJ. Construct Validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. *J Strength Cond Res* 2006; 20(2),252-6.

Lepers R, Maffiuletti NA, Rochette L, Brugniaux J, Millet GY. Neuromuscular fatigue during a long-duration cycling exercise. *Journal of Applied Physiology.* 2002;92(4):1487-1493.DOI: 10.1152/jappphysiol.00880.2001

Lucía A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiology of professional road cycling. *Sports Med.* 2001;31(5):325-37.

Lucía A, Hoyos J, Santalla A, Earnest CE, Chicharro JL. Tour de France versus Vuelta a España: which is harder *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2003;35(5):872-8.

Mador MJ, Magalang UJ, Rodis A, Kufel TJ. Diaphragmatic fatigue after exercise in healthy human subjects. *Am Rev Respir Dis.* 1993;148:1571–75.

McConnell AK, Lomax M. The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *J Physiol.* 2006;577:445-57.

McConnell AK, Romer LM. Dyspnea in health and obstructive pulmonary disease: the role of respiratory muscle function and training. *Sports Med.* 2004;34:117-132.

McManus AM, Armstrong N. Physiology of elite young female athletes. *Med Sport Sci.* 2011; 56: 23-46.

Neder JÁ, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):703-17.

Padilla S, Mujika I, Cuesta G, Polo JE, Chatard J. Validity of a velodrome test for competitive road cyclists. *European Journal Applied Physiology.* 1996;73:446-51.  
Polla B, D'antona G, Bonttinelli R, Reggiani C. Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax.* 2004;59(9):808–17.

Reid WD, Dechman G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Phys Ther.* 1995; 75 (11): 971-82.

Robertson JR, Goss FL, Boer NF, Peoples JA, Foreman AJ, Dabayebbeh IM, et al. Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: mixed gender and race validation. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(3),452-8.

Robertson RJ, Goss FL, Dube JJ, Rutkowski M, Dupain C, Brennan C, et al. Validation of the Adult OMNI Scale of Perceived Exertion for Cycle Ergometer Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(1):102-8.

Romer LM, Mcconnell AK, Jones DA. Effects of Inspiratory Muscle Training On Time-Trial Performance In Trained Cyclists. *Journal Of Sports Sciences.* 2002;20:547-562.

Romer LM, Polkey MI. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol.* 2008;104(3):879-88.

Sheel AW. Respiratory muscle training in healthy individuals: Physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Med.* 2002; 32: 567–581.

Sheel AW, Derchak PA, Morgan BJ, Pegelow DF, Jacques AJ, Dempsey JÁ. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in rest leg blood flow in humans. *J Physiol.* 2001; 537(1):277-89.

St Clair GA, Schabert EJ, Noakes TD. Reduced neuromuscular activity and force generation during prolonged cycling. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol.* 2001; 281:R187–R196.

St Croix CM, Morgan BJ, Wetter TJ, Dempsey JA. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans. *J Physiol.* 2000;529:493-504.

Tong TK, Fu FH, Chung PK, 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.* 2008;33:671-81.

Troosters T, Van der Molen T, Polkey M, Rabinovich RA, Vogiatzis I, Weisman I, Kulich K. Improving physical activity in COPD: towards a new paradigm. *Respir Res.* 2013; 14 (1): 115.

Utter AC, Robertson RJ, Green JM, Suminski RR, Mcanulty SR, Nieman DC. Validation of the Adult OMNI Scale of Perceived Exertion for walking/running Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(10),1776-80.

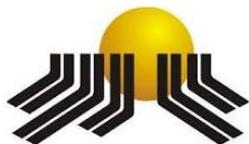
Volianitis S, Mcconnell AK, Jones DA. Assessment of maximum inspiratory pressure. Prior submaximal respiratory muscle activity ('warm-up') enhances maximum inspiratory activity and attenuates the learning effect of repeated measurement. *Respiration.* 2001;68:22-7.

Wells GD, Norris SR. Assessment of physiological capacities of elite athletes and respiratory limitations exercise performance. *Pediatric Respiratory Reviews.* 2009;10:91-8.

Witt JD, Guenette JA, Rupert JL, McKenzie DC, Sheel AW. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol.* 2007;584:1019-28.

Wylegala JA, Pendergast DR, Gosselin LE, Warkander DE, Lundgren CE. Respiratory muscle training improves swimming endurance in divers. *European Journal of Applied Physiology.* 2007;99(4):393-404.



**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Universidade Metodista de Piracicaba

Programa Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Rod. do Açúcar, Km 156, Piracicaba - SP, 13423-170 - Telefone (19) 3124-1558 e-mail: ppg.cmh@unimep.br

CEP/UNIMEP

PROJETO DE PESQUISA COM ENVOLVIMENTO DE SERES HUMANOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do projeto: Força muscular inspiratória e desempenho físico de ciclistas amadores****TERMO DE ESCLARECIMENTO**

Você está sendo convidado a participar da avaliação força muscular respiratória e desempenho físico de ciclistas amadores. A evolução do rendimento desportivo envolve diversas vertentes como: recursos materiais, técnicas de competição e técnicas de treinamentos específicos que em conjunto contribuem para a evolução dos resultados alcançados por atletas, seja em seu nível amador e até mesmo profissional. Assim o objetivo deste estudo é avaliar a relação entre força muscular respiratória e desempenho físico de ciclistas amadores. Caso você aceite participar da pesquisa, será realizada uma entrevista com perguntas sobre seus dados pessoais (idade, escolaridade, situação conjugal e outros), problemas de saúde (presença de doenças, hospitalizações e outros) e dados das atividades físicas e de treinamento ciclístico que realiza. Você também irá realizar uma bateria de testes que visam identificar as suas habilidades atléticas (FORÇA EXPLOSIVA; CAPACIDADE AERÓBIA e VELOCIDADE); de aptidão fisiológica (PRESSÃO ARTERIAL; NÍVEIS DE GLICOSE e LACTATO) e aptidão relacionada à saúde (APTIDÃO CARDIOVASCULAR; FORÇA e RESISTÊNCIA MUSCULAR; FLEXIBILIDADE e COMPOSIÇÃO CORPORAL), que serão realizadas por especialistas durante todo o processo de avaliação. Você poderá obter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízos ao seu entendimento. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificado com um número.

**APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título do estudo: **Força muscular inspiratória e desempenho físico de ciclistas amadores**

Eu, \_\_\_\_\_, li e/ou ouvi os esclarecimentos acima e compreendi para que servirão ao estudo quais procedimentos que serei submetido(a).

A explicação que recebi esclarece todos os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não me afetará.

Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo.

Assim, eu concordo em participar do estudo

Piracicaba, SP \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) voluntário(a)

\_\_\_\_\_  
Documento de Identidade

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

Telefone de contato do pesquisador  
Onezímio Gregório da Silva (73) 9 9941-2079

\_\_\_\_\_  
Em caso de dúvidas em relação a esse documento, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba pelo telefone (19) 3124-1513.