

Pedro Augusto Santos Almeida

**EFEITO AGUDO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA NA DIREÇÃO DA RESULTANTE  
DAS FORÇAS DE CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA NO DESEMPENHO DE  
*SPRINTS* EM ATLETAS DE *MOUNTAIN BIKE***

**Belo Horizonte**

**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG**

**2018**

Pedro Augusto Santos Almeida

**EFEITO AGUDO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA NA DIREÇÃO DA RESULTANTE  
DAS FORÇAS DE CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA NO DESEMPENHO DE  
SPRINTS EM ATLETAS DE MOUNTAIN BIKE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação *Strictu Sensu* em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Ciências do Esporte.

**Área de Concentração:** Treinamento Esportivo

**Linha de pesquisa:** Metodologia do Treinamento Esportivo

**Orientador:** Prof. Dr. Reginaldo Gonçalves

**Belo Horizonte**

**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG**

**2018**

A447e Almeida, Pedro Augusto Santos  
2018 Efeito agudo da vibração mecânica na direção da resultante das forças de contração voluntária máxima no desempenho de sprints em atletas de mountain bike. [manuscrito] / Pedro Augusto Santos Almeida – 2018.  
68 f.: il.

Orientador: Reginaldo Gonçalves

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 52-61

1. Esportes – Treinamento técnico - Teses. 2. Biomecânica - Teses. 3. Contração muscular – Teses. I. Gonçalves, Reginaldo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

A Dissertação intitulada "**Efeito agudo da vibração mecânica na direção da resultante das forças de contração voluntária máxima no desempenho de sprints em atletas de mountain bike**", de autoria do mestrando **Pedro Augusto Santos Almeida**, defendida em 08 de junho de 2018, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, foi submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Reginaldo Gonçalves (Orientador)  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva  
Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Bruno Pena Couto  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 08 de junho de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por me permitir viver essa vida maravilhosa para evoluir e ser melhor.

Aos meus pais, que depositaram em mim os valores que levo por toda minha vida. Sei que eles são os mais orgulhosos com essa conquista.

À minha esposa que soube com sabedoria entender minha ausência e que me apoiou em todos os momentos em que pensei em desistir.

Ao meu filho, que teve seu pai ausente diversas vezes e que mesmo sem saber, foi a minha maior inspiração para seguir em frente.

Ao meu orientador, Prof. Reginaldo, que confiou em mim para ser seu primeiro orientando e abriu as portas do laboratório, me apresentando um novo mundo de oportunidades.

Ao professor Leszek, professor Bruno e professor Márcio que me receberam com muita cordialidade e afeto no LAC.

A todos os membros do LAC pelo suporte e atenção, em especial ao Zang, Ronaldo e Mariana.

À todos os meus amigos que fiz nessa jornada, em especial Gabriel, Vinícius, João Gabriel, Bruno, Alexandre.

Ao Koren, que mesmo sendo de outra instituição esteve do meu lado o tempo todo.

Aos alunos da graduação que me auxiliaram nas coletas.

À todos os voluntários que me mostraram toda a “brutalidade” dos atletas de Mountain Bike dando o máximo nos testes.

Ao professor Sandro, que desde a graduação me incentivou seguir esse caminho e hoje está ao meu lado nessa conquista.

À todos os laboratórios (Biolab, Lapec, Lafise) que sempre estiveram de portas abertas para que eu pudesse tomar um ou outro cafezinho!

Aos Guilermes, pelas caronas e inúmeras viagens até a UFMG.

À todos que tiveram alguma participação direta ou indiretamente nessa etapa.

Valeu a pena!

*“A alegria do triunfo jamais seria experimentada se não houvesse a luta que determina a oportunidade de vencer.”*

Carlos Bernardo González Pecotche

## RESUMO

**Introdução:** No esporte, diversos mecanismos têm sido estudados nos últimos anos com objetivo de alcançar desempenhos físicos superiores. Um desses mecanismos é a potencialização pós ativação (PPA), que consiste em obter um desempenho muscular aumentado através de uma atividade condicionante prévia. A contração voluntária máxima (CVM) e a vibração mecânica (VM) têm sido apresentadas como atividades condicionantes capazes de provocar PPA e poderiam ser um método para alcançar performances superiores em atividades explosivas de curta duração.

**Objetivo:** Verificar o efeito agudo da CVM com ou sem adição de vibração mecânica no desempenho anaeróbio em *sprints* de 15-s. **Métodos:** Foram avaliados 10 atletas bem treinados de *Mountain Bike* que realizaram 10-s de CVM e CVM+VM com subsequente *Sprint* de 15-s com carga de resistência individualizada pela maior aplicação de potência em três situações de intervalos distintos, 1, 6 e 11 minutos após a atividade condicionante, além da situação controle que foi constituída do *sprint* nos três intervalos com aquecimento tradicional prévio sem aplicação de CVM+VM e CVM. **Resultados:** Não foram identificadas diferenças significativas nos valores de pico de potência, potência média e tempo até pico de potência entre as situações experimentais em nenhum dos intervalos testados. **Conclusão:** Tanto o protocolo utilizado de CVM, quanto o protocolo utilizado de CVM+VM não foram suficientes para aumentar o desempenho anaeróbio de atletas bem treinados de *Mountain Bike* em *sprints* de 15-s, entretanto, a individualização da carga ótima de resistência demonstrou ser de suma importância para identificação de valores máximos em testes anaeróbios.

**Palavras-chave:** Desempenho Anaeróbio. Vibração Mecânica. Contração Voluntária Máxima. Mountain Bike.

## ABSTRACT

**Introduction:** In sports, several mechanisms have been studied in recent years aiming to achieve superior physical performances. One of these mechanisms is post-activation potentiation (PAP), which consists of obtaining increased muscle performance through a previous conditioning activity. Maximum voluntary contraction (MVC) and mechanical vibration (MV) have been presented as conditioning activities capable of provoking PPA and could be a method to achieve superior performances in short duration explosive activities. **Objective:** To verify the acute effect of MVC with or without addition of mechanical vibration in anaerobic performance in 15-s sprint. **Methods:** We evaluated 10 well-trained Mountain Bike athletes who underwent 10s of MVC and MVC+MV with subsequent 15-s sprint with individualized resistance load for the highest power application, in three situations of different intervals, 1, 6 and 11 minutes after the conditioning activity, besides the control situation that was constituted of the sprint in the three intervals with previous traditional heating without application of MVC+MV and MVC. **Results:** No significant differences were found in the values of peak power, mean power and time to peak power between the experimental situations in any of the tested intervals. **Conclusion:** Both the MVC protocol and the MVC+MV protocol were not sufficient to increase the anaerobic performance of well-trained Mountain Bike athletes in 15-s sprints, however, the individualization of the optimal resistance load was shown to be of paramount importance for the identification of maximum values in anaerobic tests.

**Keywords:** Anaerobic Performance. Mechanical Vibration. Maximum Voluntary Contraction. Mountain Bike.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Delineamento Experimental.....	31
Figura 2 - Exemplo de uma distribuição balanceada para o mesmo voluntário em cada sessão experimental.....	35
Figura 3 - Modelo da Curva Força x Tempo (Sinal Bruto).....	36
Figura 4 - Modelo da Curva Força x Tempo ( <i>Root Mean Square</i> ).....	36
Figura 5 - Descrição do equipamento de CVM e CVM+VM.....	37
Figura 6 - Modelo de curva de potência em razão do tempo em <i>Sprint</i> de 15-s. ....	38
Gráfico 1 - Diferença dos valores de Pico de Potência Relativa entre a carga de 8,5% e a Carga Ótima no teste de sprint de 6 segundos. ....	41
Gráfico 2 - Diferença dos valores médios de força máxima isométrica de membros inferiores entre situação CVM e Vibração. ....	42
Gráfico 3 - Valores de Pico de Potência em diferentes situações e intervalos.....	43
Gráfico 4 - Valores de Pico de Potência Relativa em diferentes situações e intervalos .....	43
Gráfico 5 - Valores de Potência Média em diferentes situações e intervalos.....	44
Gráfico 6 - Valores de Tempo até Pico de Potência em diferentes situações e intervalos.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra .....	40
Tabela 2 - Distribuição de voluntários pelos maiores valores alcançados de pico de potência em diferentes cargas inerciais .....	41

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

1RM: Uma Repetição Máxima

CVM: Contração Voluntária Máxima

COEP: Comitê de Ética e Pesquisa

CV: Unidade da Grandeza Física Potência (Cavalo Vapor)

Hz: Unidade de Medida de Frequência (Hertz)

LAC: Laboratório de Avaliação da Carga

MTB-XCO: Mountain Bike Cross Country

PPA: Potencialização Pós Ativação

RPM; Rotações Por Minuto

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

VM: Vibração Mecânica

$VO_{\text{máx}}^2$ : Consumo Máximo de Oxigênio

W: Unidade de Potência (Watts)

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
1.1	Objetivos.....	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos .....	16
1.2	Hipóteses.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	18
2.1	Potencialização Pós Ativação.....	18
2.1.4	O Ciclismo <i>Mountain Bike</i> .....	26
2.4	Testes de <i>Sprint</i> .....	28
3	Materiais e Métodos .....	30
3.1	Cuidados Éticos.....	30
3.2	Caracterização dos Voluntários.....	30
3.3	Delineamento Experimental.....	31
3.4	Caracterização, Antropometria e Familiarização com a CVM e Vibração.....	32
3.5	Identificação da carga ótima de resistência para <i>Sprint</i> .....	33
3.6	Situações Experimentais .....	34
3.7	Contração Voluntária Máxima .....	35
3.8	Vibração Mecânica .....	37
3.9	<i>Sprint</i> de 15 segundos.....	38
3.10	Procedimentos Estatísticos .....	39
4	RESULTADOS .....	40
5	DISCUSSÃO .....	46
6	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS .....	53
	ANEXO 1 .....	63
	APÊNDICE 1.....	67
	APÊNDICE 2 .....	69

# 1 INTRODUÇÃO

O Mountain Bike Cross Country (MTB-XCO) é uma modalidade relativamente nova quando comparada ao ciclismo de estrada, reconhecida oficialmente pela União Internacional de Ciclismo em 1990, e inserida como modalidade olímpica em 1996 (UCI, 2016). As diferenças de terreno, geografia, equipamentos e tipo de prova resultam em exigências fisiológicas com características próprias da modalidade que interferem diretamente na programação do treinamento específico para a modalidade (FARIA *et al.*, 2005a). Durante eventos competitivos de MTB-XCO os atletas mantêm uma frequência cardíaca média por volta de 84% do VO<sub>2</sub>máx (IMPELLIZZERI *et al.*, 2002). Tais resultados são similares aos encontrados no ciclismo de estrada em provas curtas (<40km), demonstrando um elevado esforço aeróbio e anaeróbio da modalidade quando comparado com modalidades de ciclismo de estrada de provas longas (>40km), Downhill e com o BMX (NOVAK E DASCOMBE, 2014). Apesar da frequência cardíaca se manter estabilizada, existe uma grande variação de aplicação de potência durante toda a prova, o que exige do atleta de MTB-XCO uma programação de treinamento que contemple um desenvolvimento adequado dos sistemas aeróbios e anaeróbios para que ele consiga suportar as altas exigências de carga de trabalho da competição (STAPELFELDT *et al.*, 2004). Altos valores de capacidade e potência anaeróbia identificados em testes laboratoriais estão fortemente relacionados com desempenho competitivo em testes de campo (INOUE *et al.*, 2012) além de serem determinantes para uma boa posição na largada, nas subidas, nas ultrapassagens e no *sprint* final (MACDERMID e MORTON, 2011), o que demonstra que essas capacidades devem ser levadas em consideração (NOVAK *et al.*, 2017), sendo usual a inserção de treinos de *sprints* com intuito de aumentar a potência anaeróbia dentro da programação de treinamento do atleta de ciclismo (FARIA *et al.*, 2005; CREER *et al.*, 2004; INOUE *et al.*, 2016).

Uma das estratégias elaboradas com intuito de aumentar o desempenho em *sprints* é conhecida como potencialização pós ativação (PPA), que é um fenômeno de aumento agudo de força e potência muscular induzida geralmente por uma atividade condicionante voluntária em intensidades máximas ou próximas da máxima (TILLIN e BISHOP, 2009). Quando aplicada efetivamente, a indução da

PPA antes de uma competição ou do treinamento poderia ser uma melhor estratégia do que utilizar técnicas tradicionais de aquecimento para aumentar o desempenho em atividades esportivas explosivas, tais como saltos, arremessos e *sprints* (KILDUFF *et al.*, 2013; WILSON *et al.*, 2013).

Sob essa perspectiva, diversos estudos foram realizados com intuito de verificar a aplicabilidade da PPA como método de aumentar o desempenho subsequente em *sprints* no ciclismo (SMITH *et al.*, 2001; PARRY *et al.*, 2008; JO *et al.*, 2010; MUNRO *et al.*, 2016). A utilização de agachamentos com cargas moderadas (30% de 1RM) ou altas (90% de 1RM) como atividade condicionante para um *sprint* de 30s não apresentou diferenças significativas nos valores de potência tanto no estudo que utilizou 10 repetições do exercício (SMITH *et al.*, 2001), quanto no estudo que utilizou 5 repetições (PARRY *et al.*, 2008). Jo *et al.* (2010) não encontraram melhora significativa nos valores de potência em *sprints* de 30s após 5 repetições de agachamento com 85% de 1RM em nenhum dos intervalos estudados (5, 10, 15, 20 minutos). Entretanto, ao analisar os dados individualmente, os autores verificaram melhoras significantes ocorridas em diferentes tempos de PPA entre todos os sujeitos, com forte correlação entre maior força máxima de membros inferiores e menor tempo para PPA. Utilizando um protocolo com mais especificidade com a modalidade, Munro *et al.* (2016) verificaram um aumento da cadência no *sprint* de 30s após 16 minutos de intervalo da atividade condicionante, que consistia em quatro contrações voluntárias máximas de 5s em quatro ângulos diferentes.

Nos últimos anos, a vibração mecânica, tem sido amplamente estudada como uma estratégia para induzir essa potencialização muscular subsequente (COCHRANE *et al.*, 2008; SUROWIEC *et al.*, 2014; TELES *et al.*, 2015; RONNESTAD *et al.*, 2016). Conchrane *et al.* (2008) verificaram que a realização de cinco minutos de agachamentos sobre uma plataforma vibratória de 26Hz não resultou em valores diferentes de potência em um *sprint* de 5s, quando comparado com aquecimento tradicional. Tais achados foram semelhantes aos encontrados no estudo de Teles *et al.* (2015) utilizando o mesmo protocolo de exercício, mas com frequência de 45Hz. Com uma amostra composta por ciclistas bem treinados, Ronnestad *et al.* (2016) verificaram que 30s de semiagachamentos sobre uma plataforma vibratória com frequência de 40Hz apresentou aumento nos valores de pico de potência em *sprints* de 15s. Tais resultados inconsistentes impedem que a

utilização da vibração mecânica como ferramenta para indução da PPA seja consenso dentro da ciência do esporte (HORTOBAGYI *et al.*, 2015). Uma das maiores dificuldades, que impedem um posicionamento mais claro sobre a vibração mecânica, seria a grande diversidade de modelos experimentais, com muitas variáveis modificáveis, como frequência e amplitude, tipo de vibração, tempo de exposição à vibração, tempo de potencialização para realização da atividade principal e atividade realizada em conjunto com a aplicação da vibração mecânica (JORDAN *et al.*, 2005).

O único ponto em comum entre todos esses estudos que utilizaram a vibração mecânica como atividade condicionante para PPA é o fato dos autores utilizarem plataformas vibratórias para aplicação indireta de vibração de corpo inteiro (VCI). Apesar de a vibração localizada ser mais amplamente utilizada como estratégia de potencialização em membros superiores do que em membros inferiores (LUO *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2008), Couto *et al.* (2012) desenvolveram um equipamento onde a vibração é aplicada na direção da resultante do vetor de força em uma atividade voluntária isométrica máxima de membros inferiores, o que proporcionaria o aumento agudo da magnitude da contração muscular por meio do estímulo do fuso muscular e diminuição da atuação dos Orgãos Tendinosos de Golgi, aumentando o desempenho muscular subsequente por meio da potencialização pós ativação.

Outro fator bastante controverso nos estudos sobre potencialização pós ativação em atividades de *sprints* é a heterogeneidade e inespecificidade dos sujeitos com treinamento sistematizado de ciclismo, impedindo a extrapolação de conclusões sobre a eficiência da utilização de vibração mecânica como estratégia de treinamento.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Verificar os efeitos da vibração mecânica aplicada na direção da resultante das forças das ações musculares de uma CVM de membros inferiores (CVM+VM) em atletas bem treinados de *Mountain Bike* sobre o valor do pico de potência em *sprints* de 15 segundos quando comparados com CVM sem adição de vibração e situação controle de aquecimento tradicional.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Verificar os efeitos da CVM+VM no tempo de alcance do pico de potência em *sprints* de 15 segundos quando comparados com CVM sem adição de vibração e situação controle de aquecimento tradicional.

Verificar os efeitos da CVM+VM no valor de potência média em *sprints* de 15 segundos quando comparados com CVM sem adição de vibração e situação controle de aquecimento tradicional.

Comparar os valores de força máxima obtidos na situação CVM+VM com os valores obtidos na situação CVM.

## 1.2 Hipóteses

H0 - Não haverá diferença significativa no valor de pico de potência CVM+VM, atingida em *sprint* de 15 segundos entre a situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM e com a situação de aquecimento tradicional em cicloergômetro.

H1 - Haverá aumento significativo no valor de pico de potência atingida no teste atingida em *sprint* de 15 segundos entre a situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM e com a situação de aquecimento tradicional em cicloergômetro.

H0<sub>Alternativa 1</sub> - Não haverá diferença significativa no tempo para atingir o pico de potência em *sprint* de 15 segundos entre a situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM e com a situação de aquecimento tradicional em cicloergômetro.

H1<sub>Alternativa 1</sub> - Haverá redução significativa no tempo para atingir o pico de potência em *sprint* de 15 segundos entre a situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM e com a situação de aquecimento tradicional em cicloergômetro.

H0<sub>Alternativa 2</sub> – Não haverá diferença significativa dos valores de potência média em *sprint* de 15 segundos entre a situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM e com a situação de aquecimento tradicional em cicloergômetro.

H1<sub>Alternativa 2</sub> – Haverá diferença significativa e positiva dos valores de potência média em *sprint* de 15 segundos entre a situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM e com a situação de aquecimento tradicional em cicloergômetro.

H0<sub>Alternativa 3</sub> – Não haverá diferença significativa dos valores de força máxima entre a situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM.

H1<sub>Alternativa 3</sub> – Haverá diferença significativa e superior dos valores de força máxima na situação CVM+VM, quando comparada com a situação de CVM.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Potencialização Pós Ativação

#### 2.1.1 Mecanismos fisiológicos

A potencialização pós ativação é um fenômeno onde o desempenho muscular é aumentado de maneira aguda quando precedida por exercícios de ativação neuromuscular, geralmente com intensidades máximas ou próximas da máxima (TILLIN e BISHOP, 2009). Existem poucas evidências que a PPA possa aumentar a força máxima e a velocidade, com pouca influência nos extremos da curva força-velocidade. Entretanto, a PPA poderia aumentar a taxa de produção de força, com conseqüente melhora de desempenho em atividades esportivas explosivas que requeiram produção submáxima de força e velocidade (SALE, 2002).

A literatura aponta quatro mecanismos fisiológicos que poderiam explicar a PPA, a fosforilação da Miosina Regulatória de Cadeia Leve (SMITH e FRY, 2007), a alteração do ângulo de penação do músculo (MAHFELD *et al.*, 2004) o aumento da frequência de disparos neurais e conseqüente aumento do recrutamento das fibras musculares (HODGSON *et al.*, 2005) e pelo aumento de recrutamento de unidades motoras (GULLICH e SCHMIDTBLEICHER, 1996).

O principal mecanismo fisiológico de potencialização muscular tem sido atribuído a fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve (MRCL) (SMITH e FRY, 2007). A fosforilação da MRCL é desencadeada quando as concentrações de cálcio ( $Ca^{2+}$ ) se elevam no sarcoplasma, induzida pela atividade condicionante. O  $Ca^{2+}$  se liga à Calmodulina e os dois se ligam à quinase da miosina de cadeia leve que é ativada e fosforila a MRCL, alterando a conformação das pontes cruzadas de miosina na posição de produção de força, aproximando as cabeças globulares dos filamentos finos de actina e conseqüentemente aumentando a probabilidade de interação entre as proteínas contráteis e, portanto, maior desenvolvimento de tensão (HODGSON *et al.*, 2005). Apesar de ser apontada como principal mecanismo fisiológico, a fosforilação da MRCL pode ocorrer mesmo quando há baixas concentrações de  $Ca^{2+}$  no sarcoplasma, portanto o aumento agudo de concentrações plasmáticas de  $Ca^{2+}$  pode não ser um desencadeador primário e sim um regulador do processo de fosforilação (SALE, 2002).

Outra possibilidade que pode estar relacionada com as alterações momentâneas na produção de força é a modificação aguda da arquitetura músculo-esquelética (HODGSON *et al.*, 2005). Quanto menor o ângulo de inclinação das fibras musculares em relação ao eixo gerador de força, maior a acomodação de sarcômeros em paralelo e conseqüentemente maior a produção de tensão (LIEBER e FRIDEN, 2000). Mahfeld *et al.* (2004) verificaram que o ângulo das fibras musculares diminuíram nos momentos subsequentes após uma contração voluntária máxima e que apesar do ângulo se manter alterado 3 e 6 minutos, essa alteração foi responsável por apenas 1% da produção da força. Entretanto, os autores citam que essa participação tende a aumentar quando os outros efeitos da PPA se dissipam e o ângulo de penação pode ter um papel crucial na produção de força quando a fadiga começa a se instalar.

O aumento na produção de força pela PPA pode ser atribuída também a um aumento da atividade neural, ocasionada pelo aumento de sincronização de unidades motoras, diminuição da inibição pré sináptica, aumento da atividade nervosa central (AAGAARD, 2003), aumento da inibição da musculatura agonista e diminuição da influência de mecanismos inibitórios centrais e periféricos (BAKER *et al.*, 2003). Em um estudo pioneiro, Gullich e Schmidtbleicher (1996) verificaram um aumento da amplitude do reflexo de Hoffman (reflexo H), que indica o nível de excitabilidade e recrutamento dos motoneurônios, após uma contração voluntária máxima, e que esse aumento tem correlação significativa com a melhora no desempenho de força explosiva. Esse aumento da atividade neural pode ser explicado por uma facilitação da transmissão do sistema nervoso, ocasionada pelo aumento da quantidade de neurotransmissores e conseqüentemente maior excitação das sinapses. Outra explicação seria pelo princípio do tamanho, sugerindo que quanto maior o limiar de força, maior as unidades motoras recrutadas e portanto, capazes de gerar mais força e velocidade (GULLICH e SCHMIDTBLEICHER, 1996).

### **2.1.2 Estratégias de Potencialização**

O aumento do desempenho muscular promovida por uma atividade condicionante prévia é dependente do balanço entre fadiga e potencialização

(TILLIN e BISHOP, 2009). Este balanço é afetado por diversos fatores, tais como a experiência de treinamento (CHIU *et al.*, 2003), intervalo entre a atividade condicionante e atividade subsequente (GOUVEA *et al.*, 2012), intensidade e tipo da atividade condicionante (WILSON *et al.*, 2013).

As características de força, distribuição de fibras e experiência de treinamento dos sujeitos estão relacionados à expressão da PPA (TILLIN e BISHOP, 2009). Seitz *et al.* (2014) verificaram que indivíduos que realizavam uma repetição máxima (1RM) no agachamento com carga relativa a pelo menos duas vezes a sua própria massa corporal obtiveram maiores respostas de PPA no salto com contra movimento quando comparado aos seus pares mais fracos. Isso poderia ser parcialmente explicado pelo fato de que indivíduos mais fortes teriam um maior percentual de fibras tipo II e, portanto alcançariam maiores valores de PPA do que indivíduos com menor distribuição de fibras tipo II (PAASUKE *et al.*, 2007). Apesar da PPA ser mais facilmente percebida em sujeitos com maior distribuição de fibras tipo II, Hamada *et al.* (2000a) verificaram em um estudo comparativo entre atletas de *endurance* de duas modalidades, sujeitos fisicamente ativos e sedentários, que triatletas apresentaram PPA em membros inferiores e membros superiores após contração voluntária máxima, entretanto, maratonistas apresentaram potencialização somente de membros inferiores. Tais achados apontam que a magnitude da PPA em atletas de *endurance* está mais relacionada às adaptações ocasionadas pelo treinamento do que por um padrão genético determinado.

Um dos grandes desafios na aplicação da PPA é a identificação do tempo de intervalo mais adequado entre a atividade condicionante e a atividade principal. Tillin e Bishop (2009) citam em um modelo hipotético que quando o volume da atividade condicionante é baixo, a PPA é mais dominante que a fadiga e a potencialização do desempenho em atividades explosivas poderiam ser alcançadas imediatamente após a realização da atividade condicionante (1ª Janela de PPA). Quando o volume da atividade condicionante aumenta, a fadiga passa a ser dominante, afetando negativamente o desempenho imediatamente após a atividade prévia, entretanto, como a fadiga dissipa mais rápido que a PPA, a potencialização ocorreria em algum ponto do período de recuperação (2ª Janela de PPA). Em atletas experientes, a janela de PPA estaria em um curto período de intervalo (3-7min.), já em sujeitos treinados a potencialização ocorreria após um intervalo moderado (7-

10min.) (WILSON *et al.*, 2013), com efeito de uma possível PPA totalmente dissipado 30 minutos após a atividade condicionante (RIXON *et al.*, 2007).

Sobre o tipo de atividade condicionante, em estudo sobre fadiga em atividades dinâmicas e isométricas, Babault *et al.* (2006) verificaram que a fadiga promovida pelas atividades dinâmicas eram predominantemente de origem periférica, enquanto a fadiga promovida pelas atividades isométricas eram inicialmente de origem central. Baseado em tais evidências, Tillin e Bishop (2009) sugeriram que as atividades condicionantes isométricas, induziriam maior fadiga de origem central, e conseqüentemente atuariam mecanismos periféricos de PPA. Por outro lado, as atividades condicionantes dinâmicas, que por sua característica, induziriam primordialmente uma fadiga de origem periférica poderiam ativar uma maior expressão de PPA por mecanismos centrais.

O método mais utilizado para induzir a resposta de PPA é o exercício dinâmico, multiarticular, de força e com intensidades superiores a 80% de 1 repetição máxima (RM) (KILLDUFF *et al.*, 2007). Há evidências contraditórias sobre qual seria a carga ideal para provocar PPA. Wilson *et al.* (2013) relataram que as intensidades moderadas (60-84% de 1RM) foram ideais para provocar PPA quando comparados com carga de maior intensidade (> 85% de 1RM). Tais achados contrastam com uma meta-análise mais recente feita por Seitz e Haff (2015), que encontraram uma intensidade mais elevada de carga da atividade condicionante (> 85% de 1RM) como sendo mais efetivas na indução da PPA subsequente.

French *et al.* (2003) propuseram que a contração isométrica voluntária máxima possa ser mais prática como atividade condicionante para PPA do que os exercícios dinâmicos tradicionais, com menos equipamentos necessários. Durante a contração isométrica, é solicitado ao voluntário que faça um esforço máximo em intervalos fixos de tempo que variam entre três a 30 segundos. Vários estudos avaliaram o efeito da CVM sobre o desempenho explosivo subsequente com resultados pouco conclusivos sobre a padronização do tempo ideal para indução de PPA, devido principalmente as diferenças metodológicas entre os estudos que utilizam vários intervalos de descanso, duração da estimulação e grupos musculares (GULLICH e SCHMIDTBLEICHER, 1996; SMITH e FRY, 2007; FOLLAND *et al.*, 2008).

Outras formas de atividades condicionantes têm sido estudadas nos últimos anos com objetivo de induzir a PPA (LIMA *et al.*, 2011; RONNESTAD *et al.*, 2011; COCHRANE *et al.*, 2010). Exercícios balísticos como o *drop jump*, onde o voluntário tenta realizar o movimento na maior velocidade possível sem a necessidade de haver resistência de carga externa, apresentaram melhoras de desempenho no salto com contramovimento em esquiadores de nível internacional (HILFIKER *et al.*, 2007). Apesar de outros estudos terem identificado potencialização de desempenho muscular após atividades balísticas (WEST *et al.*, 2013; READ *et al.*, 2013), os resultados são semelhantes aos encontrados em estudos com atividades condicionantes de contração voluntária máxima e com alta resistência (SEITZ e HAFF, 2015; WILSON *et al.*, 2013) e existem poucos estudos comparando atividades balísticas com atividades tradicionais, o que torna inconclusivo a superioridade de uma atividade sobre a outra (ULRICH *et al.*, 2017; HESTER *et al.*, 2017).

### **2.1.3 Vibração Mecânica como estratégia de indução à PPA**

A utilização de vibração mecânica foi introduzida há mais de 30 anos como uma estratégia para melhorar o desempenho atlético e desde então tem sido utilizada como uma modalidade para melhorar a flexibilidade, a força e a potência muscular (CARDINALE e ERSKINE, 2008; MARIN e RHEA, 2010; COUTO *et al.*, 2012; POLLOCK *et al.*, 2012, RONNESTAD *et al.*, 2015). A vibração tem sido utilizada sozinha ou combinada com treinamento de força convencional para induzir melhoras ótimas na força e no desempenho (LUO *et al.*, 2005). A vibração estimula movimentos involuntários de estiramento musculares, resultando em pequenas mudanças no comprimento muscular ao longo de cada onda de vibração, mecanismo semelhante ao observado no treinamento pliométrico (CARDINALE e BOSCO, 2003; MARIN e RHEA, 2010). As plataformas de vibração de corpo inteiro (VCI) transferem a vibração da base para o corpo, causando uma reação muscular involuntária, responsável pela força e aumento de potência muscular (COCHRANE, 2011, POLLOCK *et al.*, 2012). Essa força reativa dos músculos neutraliza a força aplicada pela plataforma em uma tentativa de estabilizar o corpo. Os músculos são,

portanto, ativados por este estímulo à medida que eles se preparam contra o impacto (COCHRANE, 2011).

Esse aumento do desempenho muscular agudo após exposição de vibração mecânica no corpo humano tem sido relacionado com o fenômeno de contração involuntária dos músculos, denominado Reflexo Tônico à Vibração (RTV) (CARDINALE e BOSCO, 2003). Essa resposta involuntária ocorreria por estimulação de receptores proprioceptivos, especialmente dos fusos musculares, pelas vias aferentes la monossinápticas e polissinápticas, que facilitariam a ativação de motoneurônios Alfa seguida de uma contração muscular reflexa (ISSURIN, 2005). O RTV demonstrou provocar fortes aumentos de força, no entanto, esse mecanismo contribui significativamente também para a fadiga e queda de desempenho (PARK e MARTIN, 1993; MARTIN e PARK, 1997). Apesar do RTV ser citado na literatura como principal mecanismo de aumentos agudos de força desencadeada pela vibração mecânica (CARDINALE E BOSCO, 2003; ISSURIN, 2005), existem evidências que o aumento agudo de desempenho muscular poderiam ser ocasionados também por outros mecanismos fisiológicos. Cochrane *et al.* (2008) verificaram que a exposição aguda de VCI promoveu um aumento da temperatura intramuscular de  $0,30^{\circ}\text{C}^{-\text{min}}$ , uma taxa duas vezes mais rápida do que a identificada no aquecimento tradicional em cicloergometro ( $0,15^{\circ}\text{C}^{-\text{min}}$ ), onde verificaram aumento na altura do salto e no pico de potência no salto com contramovimento subsequente a VCI. Outro mecanismo que poderia ser associado a uma melhora aguda de desempenho seria uma maior ativação das unidades motoras pelo Sistema Nervoso Central, como resposta reflexa de controle postural ocasionada pela instabilidade proporcionada pela vibração mecânica (ABERCROMBY *et al.*, 2007).

A vibração é um movimento mecânico oscilatório caracterizado pelos parâmetros biomecânicos frequência, amplitude, aceleração e duração. A frequência é definida como o número de ciclos vibratórios por unidade de tempo (Hz). A amplitude é definida como a metade do deslocamento do ponto mais baixo para o ponto mais alto do movimento oscilatório (mm). A intensidade ou aceleração da carga de vibração (magnitude de vibração) é determinada pela combinação entre a frequência de vibração e a amplitude e é definida como a taxa máxima de mudança de velocidade ( $\text{m/s}^2$ ; g). A duração de um ciclo de oscilação determina a duração do

sinal da vibração (RAUCH *et al.*, 2010). As frequências mais utilizadas em estudos de vibração mecânica variaram entre 15-44 Hz, enquanto a amplitude variou de 3-10 mm e a aceleração da vibração variou de 3,5 a 15 g. Para a determinação desses valores foram levados em consideração pelos pesquisadores os benefícios em desempenho muscular e diminuição dos danos à saúde que poderiam ocorrer por extremos inferiores e superiores de amplitude e frequência (MARIN e RHEA, 2010).

Usualmente, dois tipos de vibração têm sido utilizados em trabalhos de identificação de melhora de desempenho muscular, a Vibração de Corpo Inteiro e a Vibração Localizada (JORDAN *et al.*, 2005). A vibração de corpo inteiro é a abordagem de treinamento mais comum e bem estudada na literatura. Nesse método a pessoa fica sobre uma plataforma vibratória, enquanto realiza agachamento dinâmico ou isométrico e é tipicamente usado para estimular a força muscular e potência dos membros inferiores (CARDINALE e BOSCO, 2003). Vários estudos têm tentado avaliar o estímulo de treinamento com vibração de corpo inteiro e demonstraram efeitos agudos sobre a atividade muscular de membros inferiores durante a vibração (CARDINALE e LIM, 2003; ABERCROMBY *et al.*, 2007). Na vibração localizada o estímulo vibratório é aplicado diretamente ao ventre muscular ou ao tendão do músculo a ser treinado (LUO *et al.*, 2005).

Santos *et al.* (2008) propuseram um novo tipo de aplicação de vibração mecânica, nessa proposta a vibração foi aplicada na direção oposta da resultante das forças decorrentes do encurtamento muscular, em uma atividade isométrica de membros superiores. Os autores identificaram aumento significativo da força isométrica máxima dos flexores de cotovelo após 4 semanas de treinamento isométrico com adição de vibração na direção oposta da resultante da força. Em outro estudo, Couto *et al.* (2012) adaptaram uma plataforma vibratória para realização de trabalho isométrico máximo com adição de vibração aplicada na direção da resultante das forças musculares de membros inferiores durante o exercício agachamento, onde verificaram aumento significativo de força isométrica máxima, e melhora no desempenho nos saltos com contramovimento e salto agachado após 4 semanas de treinamento utilizando duas frequências de vibração, 8Hz e 26Hz.

A utilização da vibração mecânica como atividade condicionante para potencialização pós ativação de atividades cíclicas supramáximas de curta duração têm recebido atenção de pesquisadores nos últimos anos (AVELAR *et al.*, 2012; OOSTHUISE *et al.*, 2013; RØNNESTAD *et al.*, 2016; SUROWIEC *et al.*, 2014; TELES *et al.*, 2015).

A realização de 5 minutos de agachamentos dinâmicos com adição de vibração de corpo todo em uma frequência de 45Hz e amplitude de 2mm demonstrou ser eficiente na melhora de desempenho no teste de Wingate e uma alternativa quando comparado com o aquecimento passivo, apesar de não haver diferença significativa entre ativação neuromuscular, temperatura muscular, e mobilização de lactato entre os grupos. Os mecanismos envolvidos nesse aumento significativo de desempenho poderiam ser parcialmente explicados pelo aumento do aporte sanguíneo para os músculos, ativação de áreas centrais de comando motor, e aumento do consumo basal de oxigênio (AVELAR *et al.*, 2012). Entretanto, quando comparado com o aquecimento tradicional no cicloergômetro, o mesmo protocolo não apresentou diferenças significativas nos parâmetros de potência média e pico de potência no teste de Wingate (TELES *et al.*, 2015).

Em estudo recente, Rønnestad *et al.* (2016) verificou que a realização de 30s de meio agachamentos dinâmicos com adição de vibração de corpo todo com frequência de 40Hz e amplitude de 3mm, aumentou significativamente o valor do pico de potência no teste de Wingate adaptado (15 segundos) realizado um minuto após a intervenção, quando comparado com o aquecimento tradicional em cicloergômetro e quando comparado com o aquecimento tradicional com subsequente sessão de 30s de agachamentos dinâmicos sem adição de vibração. Apesar da melhora significativa nos parâmetros mecânicos, os autores destacam uma grande variabilidade de respostas entre indivíduos ao protocolo utilizado.

Outros estudos têm demonstrado respostas diferentes de desempenho físico e neuromusculares entre indivíduos mesmo quando expostos a um mesmo protocolo de vibração (DI GIMINIANI *et al.*, 2009; CARDINALE e LIM, 2003). Utilizando o método de identificação de frequências individualizadas, Surowiec *et al.* (2014) não identificaram diferenças significativas nos parâmetros mecânicos do teste de Wingate realizado logo após a exposição de vibração de corpo todo, quando

comparado com a realização do mesmo protocolo com vibração padronizada de 30Hz e com aquecimento tradicional em cicloergômetro.

#### **2.1.4 O Ciclismo *Mountain Bike***

O *Mountain Bike* é uma modalidade relativamente nova, sendo a prova de MTB-XCO oficialmente reconhecida pela União Internacional de Ciclismo em 1990, estreando em 1996 como modalidade olímpica (PRINS *et al.*, 2007). A competição de MTB-XCO pode ser definida como uma prova intermitente de alta intensidade, com largada em bloco, disputada em circuito de terrenos irregulares com significantes trechos de subidas e descidas técnicas. A prova tem duração de aproximadamente 90 minutos, com variações dependendo das categorias e regulamento próprio de cada organização (FORNASIERO *et al.*, 2017).

O Mountain Bike possui características muito particulares quando comparadas a outras modalidades dentro do ciclismo. Faria *et al.* (2005, 2005b) em sua revisão em duas partes sobre a ciência por trás do ciclismo destacaram o Mountain Bike como uma modalidade que possui características próprias, como equipamentos, terreno de prática, geografia e suas relações diretas com as respostas fisiológicas do atleta. A prova de MTB-XCO exige um elevado condicionamento aeróbio, e diversos estudos verificaram que atletas de elite da modalidade apresentaram valores de  $VO_2\text{máx}$  semelhantes a atletas de elite de ciclismo de estrada em testes laboratoriais com valores relativos à massa corporal próximos a  $70 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (IMPELLIZZERI *et al.*, 2005; GREGORY *et al.*, 2007; IMPELLIZZERI e MARCORA, 2007).

Dados obtidos em testes de campo nos últimos anos permitiram uma caracterização mais precisa das demandas fisiológicas e mecânicas de uma prova de MTB-XCO (IMPELLIZZERI *et al.*, 2002; GREGORY *et al.*, 2007; INOUE *et al.*, 2012; MACDERMID *et al.*, 2012). Impellizzeri *et al.* (2002) analisaram atletas em 4 provas oficiais de MTB-XCO e verificaram que estes mantinham a frequência cardíaca média à 90% da frequência máxima estimada, correspondente à 84% do  $VO_2\text{máx}$ . Os autores identificaram ainda que mais de 80% da duração da prova foi realizada acima do limiar anaeróbio dos atletas. Tais achados corroboram com os

achados de Macdermid *et al.* (2012) que verificaram ainda uma grande variação do trabalho mecânico, com grande incremento de aplicação de potência especialmente na largada, nos trechos de subida e em *sprints* para ultrapassagens. Outro dado de destaque é que a frequência cardíaca permanece elevada mesmo em trechos de descidas, sugerindo uma alta demanda muscular ocasionada pela isometria de membros superiores, somada ao efeito da vibração ocasionada pelo terreno que parece influenciar o desempenho no ciclismo *Mountain Bike*, aumentando o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca, o que não é percebido no ciclismo de estrada (TITLESTAD *et al.*, 2006).

Lee *et al.* (2002) compararam atletas de MTB-XCO e atletas de ciclismo de estrada do mesmo nível, e verificaram que não existe diferenças significativas nos valores alcançados em testes progressivos máximos entre os grupos. Entretanto, atletas de MTB-XCO são mais leves e com menor percentual de gordura do que seus pares do ciclismo de estrada e desta forma atletas de MTB-XCO apresentam maiores valores de potência máxima quando relativizados à massa corporal.

Tais características únicas demonstram que apesar da capacidade aeróbia ser predominante em uma prova de MTB-XCO, a capacidade anaeróbia é um fator determinante para o sucesso na modalidade (INOUE *et al.*, 2012), devendo a programação do treinamento específico portanto considerar a interação desses sistemas energéticos, inserindo treinamentos que levem em consideração a relação força-velocidade em esforços supramáximos (MACDERMID *et al.*, 2012). Creer *et al.* (2004) verificaram que 4 semanas de treinamento aeróbio tradicional com inserção de 4 *sprints* de 30s com 4 minutos de intervalo entre *sprints*, aumentou a ativação de unidades motoras do músculo Vasto lateral, aumentando a potência em teste anaeróbio pós intervenção. Similarmente, Inoue *et al.* (2016) verificaram que treinos de *sprints* são efetivos e aplicáveis à atletas de MTB-XCO, com melhoras significativas em testes progressivos máximos, mas sem melhora significativa no desempenho em prova simulada de MTB-XCO após protocolo de 6 semanas de duração.

## 2.4 Testes de *Sprint*

O teste anaeróbio de Wingate é o teste de *sprint* realizado de forma *all-out* mais extensivamente utilizado para avaliar a capacidade muscular de gerar potência através dos sistemas anaeróbios de energia em atletas de várias modalidades (JAAFAR *et al.*, 2014) incluindo o ciclismo Mountain Bike (FORNASIERO *et al.*, 2017).

O teste de *Wingate* tem como objetivo mensurar a potência muscular, resistência muscular e surgimento de fadiga em uma atividade cíclica supramáxima de 30 segundos e foi desenvolvido pelo Departamento de Pesquisa e Medicina Esportiva do Instituto Wingate de Educação Física e Esportes de Israel durante os anos 70. Desde a sua elaboração o teste tem demonstrado ser confiável, válido e sensível às adaptações promovidas pelo treinamento, para diversas populações (INBAR *et al.*, 1996).

Apesar de ser considerado um teste anaeróbio, o teste de *Wingate* envolve os sistemas anaeróbio alático, anaeróbio lático e o sistema aeróbio do executante. Durante o teste de *Wingate* o metabolismo anaeróbio (láxico e alático) é responsável por cerca de 80% da energia utilizada, justificando o teste como um teste anaeróbio (BENEKE *et al.*, 2002). A contribuição do sistema aeróbio no teste de *Wingate* é maior em atletas de *endurance* do que em *sprinters*, entretanto com uma participação ainda predominantemente anaeróbia em ambos os grupos (GRANIER *et al.*, 1995).

O teste de *Wingate* requer que o sujeito pedale na maior intensidade possível por 30 segundos contra uma resistência proporcional a sua massa corporal. Durante o desenvolvimento do teste de *Wingate* a resistência inicial indicada era de 75 g.kg<sup>-1</sup>, posteriormente, essa carga foi revisada por Dotan e Bar-Or (1983) para 5.13 Joule.Rev.<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>, ou 87 g.kg<sup>-1</sup>. Estudos recentes têm demonstrado que mesmo uma resistência de 87 g.kg<sup>-1</sup> subestimaria os valores de potência média e pico de potência em sujeitos treinados e em atletas, sugerindo que a carga mais apropriada para identificação de valores mais elevados de potência na população treinada seria de 110 g.kg<sup>-1</sup> (JAAFAR *et al.*, 2016). Entretanto, tanto os valores sugeridos inicialmente de carga de 8,7% da massa corporal, quanto o de 11% da massa corporal apresentaram alta reprodutibilidade nos testes (JAAFAR *et al.*, 2014). Driss

e Vandewalle (2013) afirmam que em sujeitos bem treinados (acima de  $15 \text{ W.kg}^{-1}$ ) a carga tradicional utilizada subestimaria o valor do pico de potência em até 15%, sendo a identificação da carga ótima no teste necessária quando a principal variável a ser analisada é o pico de potência, entretanto, como o teste de 30s em si é muito extenuante, os autores sugerem que seja realizado previamente *sprints* de 5-7-s contra diferentes cargas, com intervalos de 3-5 minutos para identificação do pico de potência na maior relação força-velocidade. Posteriormente, Hebert *et al.* (2015) validaram esse protocolo de identificação do pico de potência em *sprint* de 6-s.

Em testes com ciclistas, a utilização de pedais de *clip*, onde o sujeito calça uma sapatilha que fica presa ao pedal, pode ser uma estratégia para aumentar a familiaridade com o teste (DRISS e VANDEWALLE, 2013). Cabe salientar que a utilização de pedal de *clip* pode aumentar em até 17% o valor do pico de potência quando comparada com os resultados do mesmo teste realizado com pedal tradicional (CAPMALL e VANDEWALLE, 1997).

Outras durações de testes de *sprint* foram propostas inicialmente, como a utilização de um teste de 40s contra uma carga fixa de 5,5kg. Entretanto, as respostas físicas desse teste (mal-estar, dores de cabeça, náuseas e vômitos) e uma subsequente apreensão do voluntário para repetir o teste inviabilizaram a utilização dessa alteração (KATCH *et al.*, 1977). Sob essa perspectiva, outros estudos procuraram comprovar a viabilidade de diminuir a duração dos testes para identificação de pico de potência e potência média (LAURENT Jr *et al.*, 2007; HACHANA *et al.*, 2012; ATTIA *et al.*, 2014). Laurent Jr *et al.* (2007) verificaram que a potência média dos primeiros 20-s do teste de Wingate estão fortemente correlacionadas com os valores identificados no teste tradicional de 30-s, desde que fosse realizado uma regressão exponencial para predizer o desempenho. Attia *et al.* (2015) consolidaram os achados iniciais, propondo que o teste de Wingate realizado em apenas 20-s apresentaria valores similares ao teste de 30-s, com menores efeitos físicos não desejados. Hachana *et al.* (2012) foram além e observaram que teste de Wingate realizado em 15-s apresentaram valores de potência pico e potência média similares ao teste tradicional, entretanto os valores de índice de fadiga no teste de 15-s foram superiores ao teste de Wingate de 30-s.

Outra modificação que o teste de *Wingate* passou ao longo dos anos foi a alteração do protocolo com relação ao início do teste. Originalmente, o protocolo previa que a carga relativa à massa corporal deveria ser inserida no suporte de resistência mecânica do cicloergômetro com o sujeito já pedalando em velocidade máxima (INBAR, 1996). Atualmente, o mais comum é a partida estacionária, que tem demonstrado proporcionar valores mais altos de potência média e pico de potência quando comparado com a partida proposta originalmente (VARGAS *et al.*, 2015).

### **3 Materiais e Métodos**

#### **3.1 Cuidados Éticos**

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (66027317.6.0000.5149) (Anexo 1), respeitando todas as normas estabelecidas na resolução 466 de dezembro de 2012, pelo Conselho Nacional da Saúde. Os indivíduos participantes da pesquisa foram orientados em uma reunião prévia, sobre todos os itens previstos no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) que continha todas as informações sobre os objetivos da pesquisa, os riscos envolvidos, os benefícios esperados, os procedimentos realizados, a garantia do anonimato e a possibilidade de desistência a qualquer momento durante o prosseguimento da pesquisa. O trabalho foi submetido também para análise crítica e julgamento de um parecerista externo ao corpo docente da UFMG.

#### **3.2 Caracterização dos Voluntários**

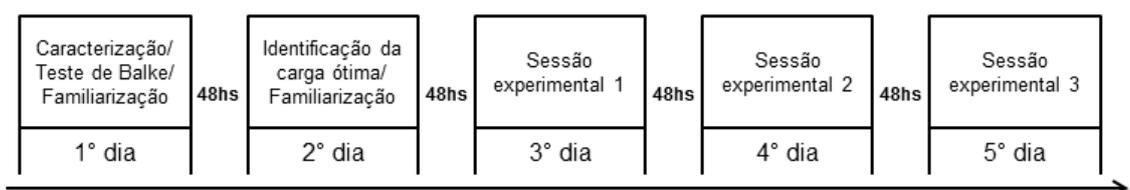
Participaram da pesquisa atletas de ciclismo *Mountain Bike* do sexo masculino, devidamente registrados na Federação Mineira de Ciclismo, com idade entre 18 a 40 anos, que não relataram lesões musculares esqueléticas que poderiam comprometer o desempenho nos testes, participantes de competições nacionais e/ou internacionais. Para homogeneização da amostra, foram selecionados apenas atletas bem treinados de acordo com a classificação proposta por Jeukendrup *et al.* (2000). Baseado nessa classificação, foram admitidos para o presente estudo atletas

com valores de potência máxima aeróbia obtidas em protocolos de teste de esforço progressivo acima de  $5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

### 3.3 Delineamento Experimental

O trabalho foi realizado em cinco dias distintos, sendo o primeiro dia para caracterização dos voluntários e familiarização com os equipamentos, o segundo dia para identificação da carga ótima de resistência no *sprint* e mais três situações experimentais que foram realizadas em três dias distintos, com intervalos de no mínimo 48 horas e no máximo sete dias entre os dias de coleta. As situações experimentais foram compostas de três blocos por dia, com intervalo passivo de 20 minutos entre blocos: aquecimento tradicional, intervalo passivo de 1, 6 e 11 minutos; *sprint* de 15s e volta à calma (CON); aquecimento tradicional seguido de contração voluntária máxima, intervalo passivo de 1, 6 e 11 minutos, *sprint* de 15s e volta à calma (CVM); aquecimento tradicional seguido de aplicação de vibração mecânica na direção da resultante das forças musculares da contração voluntária máxima de MMII, intervalo passivo de 1, 6 e 11 minutos, *sprint* de 15s e volta à calma (CVM+VM). A distribuição das situações experimentais entre os voluntários foi balanceada de forma que a cada dia fosse realizado as três situações (CON, CVM e CVM+VM) em três intervalos distintos cada (1, 6 e 11 minutos). Os voluntários foram instruídos à evitar exercícios intensos nos dias anteriores aos testes e que mantivessem sua alimentação habitual antes de todas as sessões experimentais. Além disso, foram orientados a não se alimentar na hora anterior ao teste e que não ingerissem café ou produtos à base de cafeína antes dos encontros no laboratório.

Figura 1 - Delineamento Experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.4 Caracterização, Antropometria e Familiarização com a CVM e Vibração

Após a seleção dos voluntários, observados os critérios de inclusão para a pesquisa, os atletas participaram de uma reunião prévia para serem esclarecidas questões sobre o projeto e seus objetivos. Nessa sessão, os voluntários responderam um questionário (Apêndice 2) com informações sobre sua idade, tempo de prática esportiva, rotina de treinamentos, histórico de lesões, campeonatos disputados e próximas competições programadas. Após a entrevista, os voluntários foram submetidos à avaliação de circunferência de perímetros, utilizando fita métrica SANNY<sup>®</sup> (American Medical, Brasil) e percentual de gordura corporal, por meio do protocolo de sete pontos de Jackson e Pollock (1978), utilizando plicômetro científico PREMIER<sup>®</sup> (Cescorf, Brasil). Para mensuração de massa corporal e estatura do voluntário foi utilizada balança com estadiômetro WELMY<sup>®</sup> (Welmy, Brasil) devidamente calibrada.

No mesmo dia os voluntários realizaram um teste progressivo na bicicleta do próprio ciclista, acoplada ao simulador Computrainer (RacerMate, EUA) calibrado antes de cada teste de acordo com orientações do fabricante, para determinação do  $VO_{2máx}$  seguindo o método proposto por Balke *et al.* (1959). O teste prevê que o atleta pedale à uma cadência fixa de 50 RPM iniciando com carga de 50 watts (W), com incrementos de 50W a cada dois minutos, até a fadiga voluntária. A frequência cardíaca foi monitorada e registrada a cada 5 segundos (POLAR, Polar Eletro, Finlândia) durante o teste para identificação da frequência cardíaca máxima. Para determinação do  $VO_{2máx}$ , a maior potência foi registrada e então utilizada a equação:

$$VO_{2máx} \text{ (ml O}_2\text{.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}\text{)} = 200 + (12 \times \text{Potência Máxima (Watts)} / \text{Massa Corporal (Quilogramas)})$$

Para identificação da potência máxima foi considerada a maior potência aplicada pelo atleta durante o teste progressivo. Caso o teste tenha sido encerrado em um estágio incompleto, foi utilizado o cálculo proposto por Kuipers *et al.* (1985).

$$W_{max} = W1 + (W2 \cdot t / 120)$$

Onde,  $W1$  é a potência correspondente ao último estágio completo,  $W2$  é a potência correspondente ao incremento de carga de cada estágio e  $t$  é o tempo em segundos de duração do estágio incompleto.

Para considerar o alcance do  $VO_{2máx}$  foram considerados como critérios PSE acima de 17 na Escala de BORG 6-20 e frequência cardíaca acima de 95% da máxima prevista para a idade.

Para familiarização com a vibração mecânica, 10 minutos após o término do teste de determinação de  $VO_{2máx}$ , os atletas foram submetidos a três séries de 30 segundos de vibração de corpo inteiro na plataforma com intervalos de 3 minutos entre as séries, em posição de semi agachamento, com ângulo de joelho em  $40^\circ$ . Nessa familiarização, os voluntários foram submetidos à vibração de 26Hz.

Após a familiarização da vibração mecânica, foi ajustado para cada voluntário o cinto de tração que foi utilizado para CVM, para que o ângulo do joelho permanecesse em  $40^\circ$ , determinado por goniômetro manual universal (Carci, Brasil). Os voluntários realizaram três contrações máximas de 10 segundos com intervalos de 1 minuto entre séries.

### **3.5 Identificação da carga ótima de resistência para *Sprint***

Para determinação da carga ótima de resistência no *sprint* de 15 segundos, os voluntários realizaram um aquecimento de 5 minutos à 60 RPM no cicloergômetro com resistência fixa relativa de 1% da massa corporal do indivíduo (FRIKKA *et al.*, 2016). Após o aquecimento os voluntários realizaram sete *sprints* máximos de 6 segundos com intervalo de 5 minutos entre cada *sprint*, que teve uma resistência relativa à massa corporal (7%, 8,5%, 10%, 11,5%, 13%, 14,5% e 16%) balanceada previamente entre os participantes. A determinação da carga ótima foi determinada individualmente pela resistência que apresentou maior valor de pico de potência para o mesmo sujeito (VARGAS *et al.*, 2014).

### 3.6 Situações Experimentais

Para minimizar um possível efeito de variação de desempenho por motivos alheios ao esperado pelas atividades condicionantes (Alimentação, recuperação, sono, treinamento, etc.) a distribuição das situações experimentais foi previamente balanceada, assim, em todas as sessões os voluntários realizaram as três situações experimentais e os três intervalos de tempo.

As três situações experimentais tiveram a mesma configuração de aquecimento padrão e volta à calma, diferenciando apenas as atividades condicionantes prévias após o aquecimento, nas situações CVM e VIB.

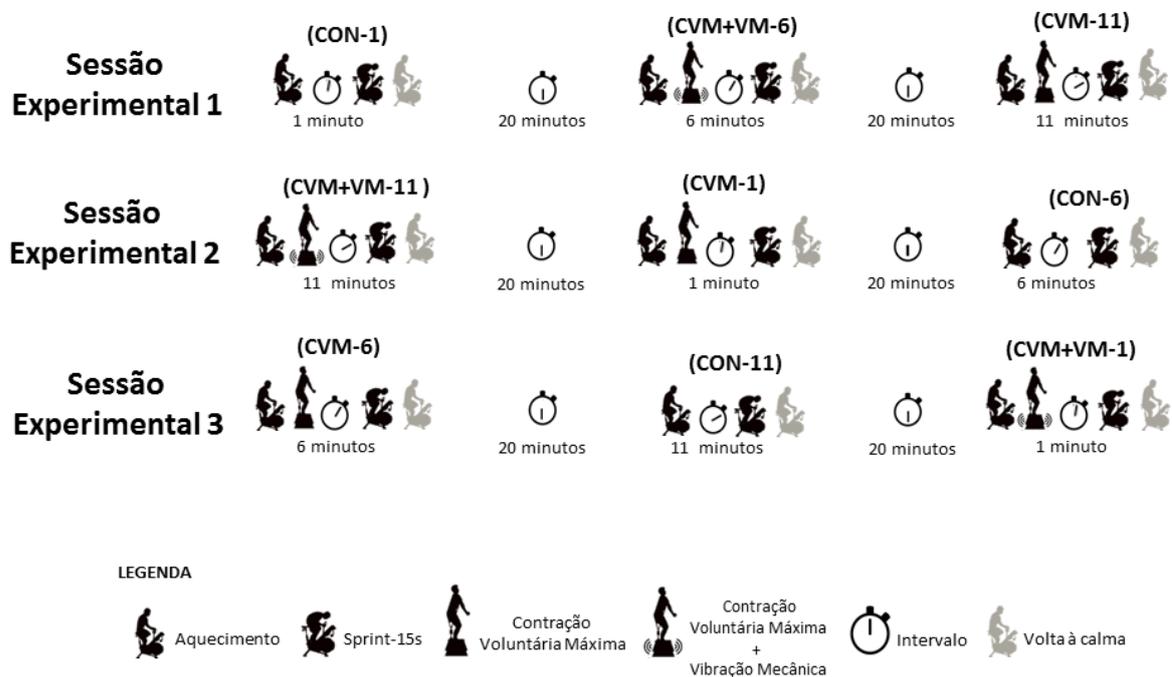
Na sessão CON, o voluntário realizou aquecimento padronizado tradicional no cicloergômetro, pedalando por 5 minutos a 60 RPM com carga inicial de 1% da massa corporal do participante (FRIKKA *et al.*, 2016). Após o aquecimento, o voluntário realizou um intervalo passivo (1, 6 ou 11 minutos), efetuou o *sprint* de 15 segundos e pedalou por cinco minutos com carga de 1% da massa corporal como volta à calma.

Nas situações CVM, o voluntário realizou o mesmo procedimento realizado na situação controle, porém ao final do aquecimento padronizado, executou uma contração isométrica máxima de membros inferiores de 10s na plataforma vibratória desligada.

Na situação CVM+VM o voluntário realizou o mesmo procedimento da situação controle, porém ao final do aquecimento padronizado, executou uma contração isométrica máxima de membros inferiores com aplicação de vibração na direção oposta à resultante de forças por 10 segundos (Após 4 segundos de contração isométrica voluntária máxima de membros inferiores, foi ligada a plataforma vibratória por 6s).

As sessões experimentais foram realizadas sempre com no mínimo 48 horas de intervalo entre si e no mesmo período do dia para controlar os efeitos circadianos no desempenho do teste.

Figura 2 - Exemplo de uma distribuição balanceada para o mesmo voluntário em cada sessão experimental. CON: Controle; VIB: Contração Voluntária Máxima + Vibração Mecânica.



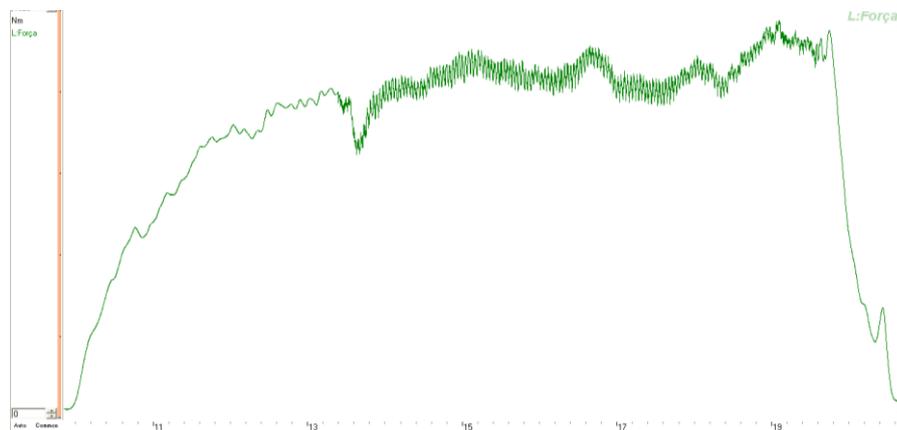
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.7 Contração Voluntária Máxima

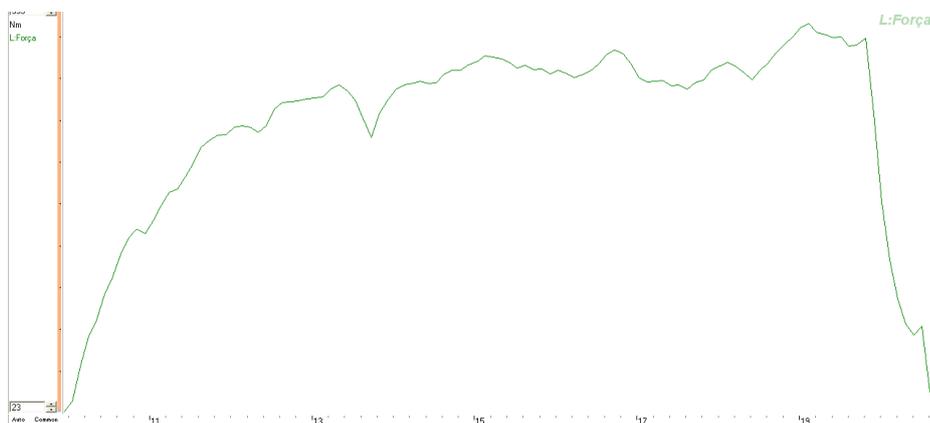
A atividade de contração voluntária máxima de membros inferiores foi realizada com o participante se posicionando com os dois pés paralelos em cima da plataforma vibratória, utilizando equipamento desenvolvido por Couto *et al.* (2012). Este equipamento consiste de um cinto afixado na cintura do voluntário conectado a uma célula de carga (T85, Lahti Precision, Finlândia) presa através de um mosquetão e elos fixados em uma estrutura na base da plataforma vibratória. O cinto de fixação foi ajustado na cintura do voluntário que realizou uma contração isométrica máxima de extensores de joelhos e extensores de quadril. Para padronização, foi determinado uma semi flexão de joelhos com ângulo de 40°. Esse valor foi identificado por Tsoukos *et al.* (2016) como superior para potencializar saltos subsequentes, quando comparado com ângulo de 90°. Para identificação do ângulo de 40° de joelhos, foi utilizado goniômetro manual com o braço fixo paralelo à superfície lateral do fêmur, eixo sobre a linha articular do joelho e braço móvel paralelo à face lateral da fíbula (MARQUES, 1997). Após o posicionamento com os

pés paralelos na plataforma e ao receber o sinal de positivo do pesquisador, o participante realizou uma contração voluntária máxima na tentativa de estender o quadril e joelho e vencer a resistência contrária do cinto de tração por 10s. Esse tempo foi identificado por Folland *et al.* (2008) como tempo de contração voluntária máxima efetivo para potencialização muscular de membros inferiores em humanos. A contração voluntária máxima foi realizada com o mesmo protocolo para as situações CVM e CVM+VM. Os dados obtidos pela célula de carga foram transmitidos por sinais para um amplificador (ME6000, *Mega Eletronics*, Finlândia) conectado a um computador em interface com o programa *MegaWin 3.0* (*Mega Eletronics*, Finlândia), o qual permitiu o registro e a visualização da curva da força em função do tempo. Os dados das situações CVM e CVM+VM foram filtrados e analisados no próprio software através dos cálculos de raiz do valor quadrático médio *ROOT MEAN SQUARE*, do período específico de 10 segundos (Figuras 3 e 4).

**Figura 3 - Modelo da Curva Força x Tempo (Sinal Bruto)**



**Figura 4 - Modelo da Curva Força x Tempo (Root Mean Square)**



Fonte: Tela do software MEGAWIN - Fotografia do autor

### 3.8 Vibração Mecânica

Na condição experimental CVM+VM os voluntários realizaram o mesmo protocolo de CVM dos membros inferiores, com adição de vibração mecânica. Tendo em vista que a ação muscular proposta para CVM gera uma resultante de força na direção vertical, a aplicação da vibração mecânica seria na mesma direção. O estímulo vibratório foi aplicado durante 6 segundos após 4 segundos de contração voluntária máxima durante a ação isométrica, visualizado em tempo real no monitor do computador. Para a aplicação da vibração mecânica foi utilizada uma plataforma vibratória oscilatória modelo PT 004 Profissional (Planet for Fitness, Brasil). O motor original dessa plataforma foi substituído por um motor com 2 CV de potência (WEG, modelo W22 Plus, Brasil). A vibração mecânica com frequência de 26Hz foi aplicada e controlada por meio de um inversor de frequência (WEG, modelo CFW-10, Brasil) com amplitude pico a pico da vibração fixada de 6mm (Figura 5).

Figura 5 - Descrição do equipamento de CVM e CVM+VM

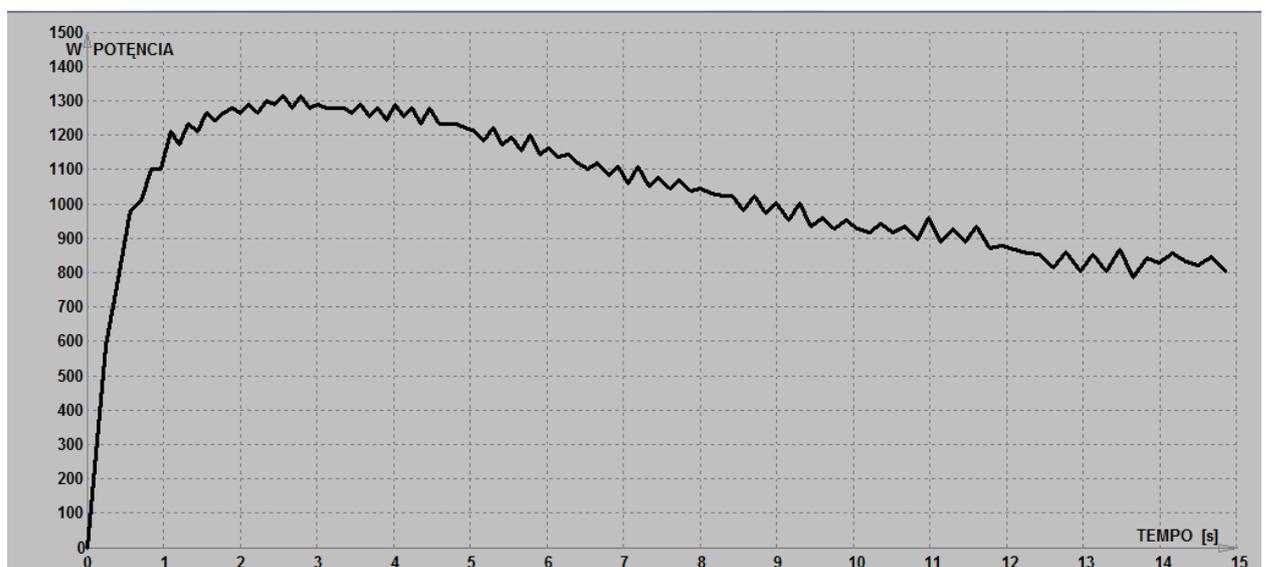


Fonte: Elaborado pelo Autor (adaptado de Couto *et al.*, 2010).

### 3.9 *Sprint* de 15 segundos

O teste de *sprint* de 15 segundos consiste em pedalar por 15s em velocidade máxima contra uma resistência constante relativizada pelo peso corporal do sujeito, determinada previamente no teste de identificação de carga ótima. O teste foi realizado em uma bicicleta ergométrica modelo MAXX (Hidrofit, Brasil) com os dados de potência registrados pelo *software* MCE (Versão 5.1, Warsaw Sports Institute, Polônia) (Figura 6). Durante o teste, os participantes foram instruídos a pedalar a uma máxima aceleração na posição sentada, evitando os efeitos de alterações posturais (MCLESTER *et al.*, 2004) e que mantivessem a maior velocidade possível durante os 15 segundos de duração do teste. Durante o teste, os voluntários receberam encorajamento verbal padronizado pelos pesquisadores. Os dados de frequência cardíaca foram monitorados e registrados a cada 5 segundos durante toda a situação experimental com um cardiofrequencímetro POLAR® V800 (Polar Eletro, Finlândia); A percepção subjetiva de esforço (PSE) do voluntário foi avaliada imediatamente ao final do teste usando a escala de Borg (BORG, 1982). Após o término de cada *sprint*, os participantes pedalarão por cinco minutos utilizando uma carga relativa de 1% da massa corporal, evitando tonturas e náuseas ocasionadas pelo término repentino do teste (INBAR *et al.*, 1996).

Figura 6 - Modelo de curva de potência em razão do tempo em *Sprint* de 15-s.



Fonte: Tela do software MCE - Fotografia do autor.

### 3.10 Procedimentos Estatísticos

Para a estatística descritiva todas as variáveis foram apresentadas em médias  $\pm$  desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade a partir do teste de Levene. Como o pressuposto de normalidade foi atendido foram realizadas análises paramétricas para comparação das variáveis. Foi realizado teste ANOVA Two Way para medidas repetidas 3 X 3 (Situação x Intervalo) com valor de  $p < 0,05$ , ajustado pelo método *post-hoc* de Bonferroni. Para verificação do tamanho do efeito foi realizado o teste de *Eta-Squared* ( $\eta^2$ ). Para comparação entre os dados de força máxima nas situações CVM e CVM+VM, foi realizado primeiramente o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) entre os 3 intervalos de cada situação e posteriormente o Teste T de *student* entre os valores médios obtidos nos 3 intervalos de tempo. As análises estatísticas foram realizadas com o software SPSS (Versão 20.0, IBM, Estados Unidos).

## 4 RESULTADOS

A caracterização da amostra está descrita na tabela 1 (n=10). Não houve diferença significativa da temperatura ( $21,3 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar ( $55,3 \pm 5,3\%$ ) entre as situações experimentais.

Tabela 1 - Caracterização da amostra (n=10)

Características	Valor	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	$32 \pm 8$	18	39
Estatura (m)	$1,71 \pm 0,08$	1,63	1,84
Massa corporal (kg)	$65,73 \pm 9,76$	55,8	82,6
Índice de Massa Corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	$22,27 \pm 2,44$	17,99	26,16
Somatório de 7 dobras cutâneas (mm)	$72,5 \pm 17,2$	47	99
% Gordura	$10,75 \pm 3,19$	5,26	14,99
$\text{VO}_2^{\text{máx}}$ ( $\text{ml.kg.O}_2$ )	$69,71 \pm 5,94$	63,29	78,85
Potência máxima - Teste progressivo (W)	$360,8 \pm 44,28$	300	450
Potência máxima relativa (W/kg)	$5,55 \pm 0,47$	5,00	6,27
Tempo de prática de <i>Mountain Bike</i> (anos)	$9,5 \pm 6,6$	6	20
Frequência de treino semanal (dias/semana)	$4,75 \pm 2$	2	6
Tempo de treinamento semanal (horas/semana)	$12 \pm 5,29$	5	16
Volume de treinamento semanal (km/semana)	$257,5 \pm 123,3$	100	500
Velocidade média de treinamento (km/h)	$26,5 \pm 1$	25	30
Participação em campeonatos em 2017	$12,75 \pm 4,42$	6	17

Fonte: Elaborada pelo autor

Os testes de *sprints* de seis segundos para identificação da carga ótima apresentaram valores distintos entre as cargas e entre os voluntários, demonstrando a necessidade da individualização da carga para determinação dos valores máximos de pico de potência (Tabela 2).

Quando comparados com os valores de pico de potência alcançados com a carga inercial de 8,5% da massa corporal ( $13,428 \pm 0,895 \text{ W}/\text{kg}$ ), os valores identificados na melhor relação força-velocidade foram significativamente maiores ( $16,281 \pm 1,514 \text{ W}/\text{kg}$ ),  $t(9) = 10,597$ ,  $p < 0,001$  (GRÁFICO 1).

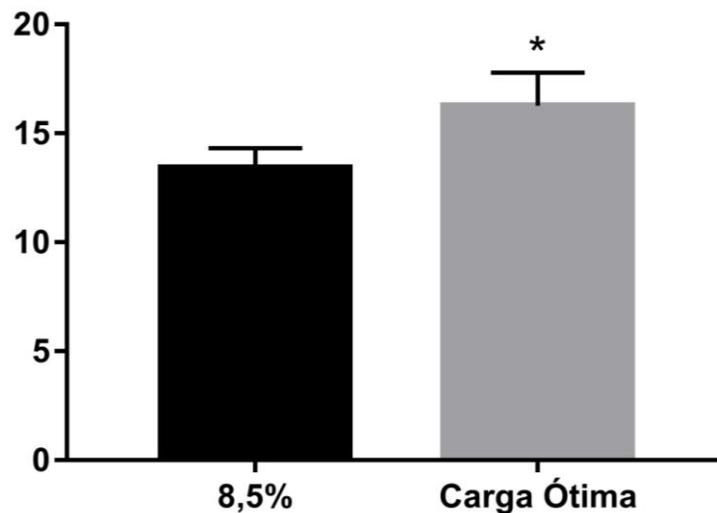
**Tabela 2 - Distribuição de voluntários pelos maiores valores alcançados de pico de potência em diferentes cargas inerciais (n=10)**

Distribuição de voluntários nas cargas ótimas						
7%	8,5%	10%	11,5%	13%	14,5%	16%
-	-	1	-	5	2	2

Fonte: Elaborada pelo autor

**Gráfico 1 - Diferença dos valores de Pico de Potência Relativa entre a carga de 8,5% e a Carga Ótima no teste de sprint de 6 segundos.**

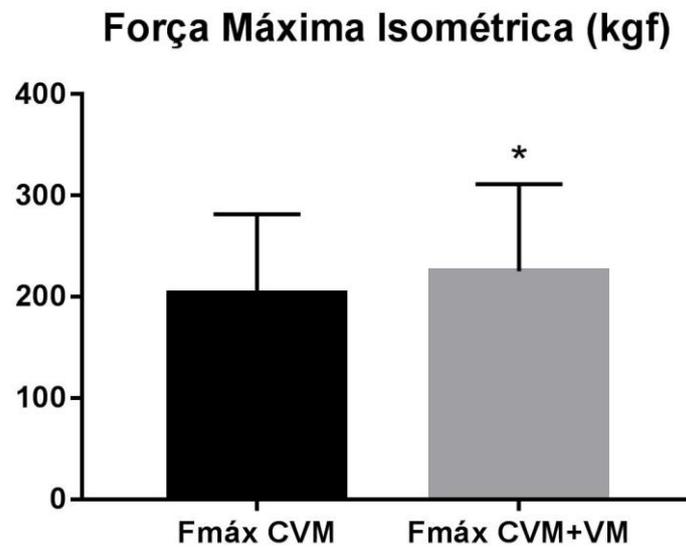
### PICO DE POTÊNCIA RELATIVA (W/kg)



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao analisar os valores de força máxima isométrica de membros inferiores, foi identificado que o CCI da situação CVM apresentou correlação forte (0,871;  $p < 0,001$ ), enquanto a situação CVM+VM apresentou correlação muito forte (0,922;  $p < 0,001$ ). Ao realizar as análises dos valores médios entre as situações, foi observado que a situação CVM+VM apresentou valores superiores ( $225 \pm 86,15$  kgf), quando comparada com a situação CVM ( $203,1 \pm 78,24$  kgf),  $t(9) = 2,685$ ,  $p = 0,025$  (GRÁFICO 2).

Gráfico 2 - Diferença dos valores médios de força máxima isométrica de membros inferiores entre situação CVM e Vibração. \*  $p < 0,05$

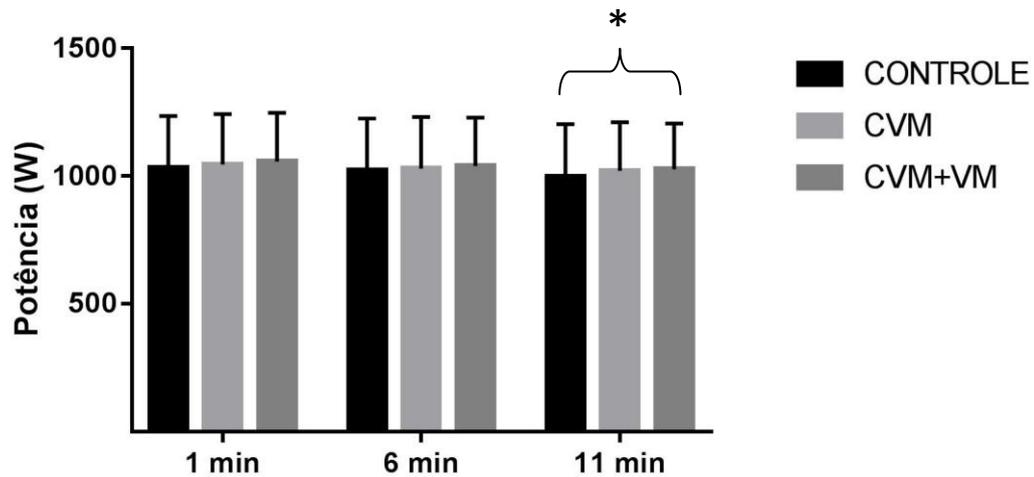


Fonte: Elaborado pelo autor.

Não houve efeito potencializador das atividades condicionantes CVM ou CVM+VM sobre o pico de potência no *sprint* subsequente de 15 segundos de forma isolada [ $F(2,8) = 1,930$ ;  $p = 0,207$ ;  $\eta^2 = 0,326$ ] e quando analisadas com intervalos distintos [ $F(4,6) = 0,123$ ;  $p = 0,969$ ;  $\eta^2 = 0,076$ ]. Entretanto, foi observado que o pico de potência foi significativamente menor no intervalo de 11 minutos quando comparado ao intervalo de 1 minuto, independentemente da atividade condicionante [ $F(2,8) = 13,280$ ;  $p = 0,003$ ;  $\eta^2 = 0,769$ ] (GRÁFICO 3).

Quando os valores de pico de potência foram relativizados pela massa corporal dos indivíduos, também não foi encontrado efeito principal da atividade condicionante e nem interação significativa entre situação e intervalo [ $F(2,8) = 2,045$ ;  $p = 0,192$ ;  $\eta^2 = 0,338$ ]; [ $F(4,6) = 0,146$ ;  $p = 0,958$ ;  $\eta^2 = 0,088$ ]. Tal como observado na análise dos valores absolutos, foi encontrada redução significativa do pico de potência relativizado no intervalo de 11 minutos quando comparado com o intervalo de 1 minuto [ $F(2,8) = 14,260$ ;  $p = 0,002$ ;  $\eta^2 = 0,781$ ] (GRÁFICO 4).

Gráfico 3 - Valores de Pico de Potência em diferentes situações e intervalos.

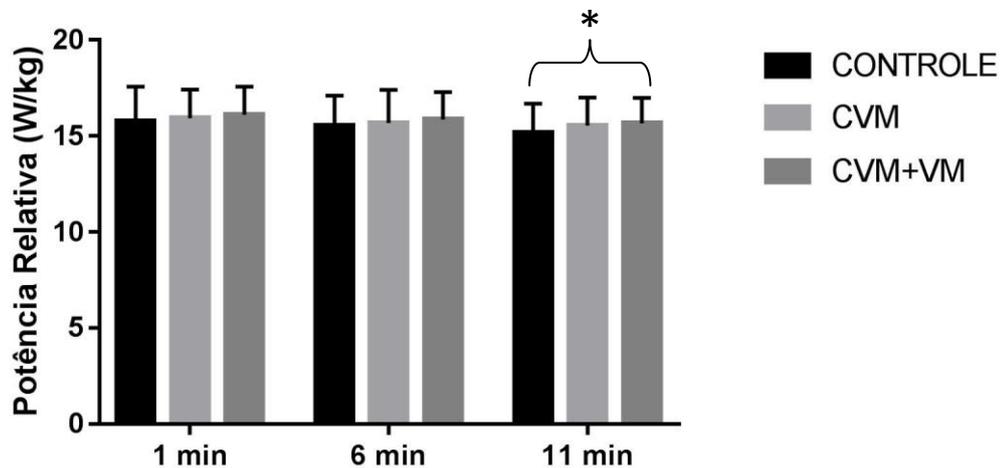


(CON-1: 1033,23 ± 202,80 W; CVM-1: 1045,79 ± 197,11 W; CVM-1: 1056,91 ± 190,79 W; CON-6: 1021,83 ± 204,11 W; CVM-6: 1029,94 ± 202,16 W; CVM+VM-6: 1039,94 ± 189,54 W; CON-11: 998,46 ± 204,07 W; CVM-11: 1020,47 ± 189,74 W; CVM+VM-11: 1026,63 ± 178,42 W)

\* Diferença significativa entre o intervalo de 11 minutos comparado com intervalo de 1 minuto nas três situações experimentais; p = 0,003.

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 4 - Valores de Pico de Potência Relativa em diferentes situações e intervalos



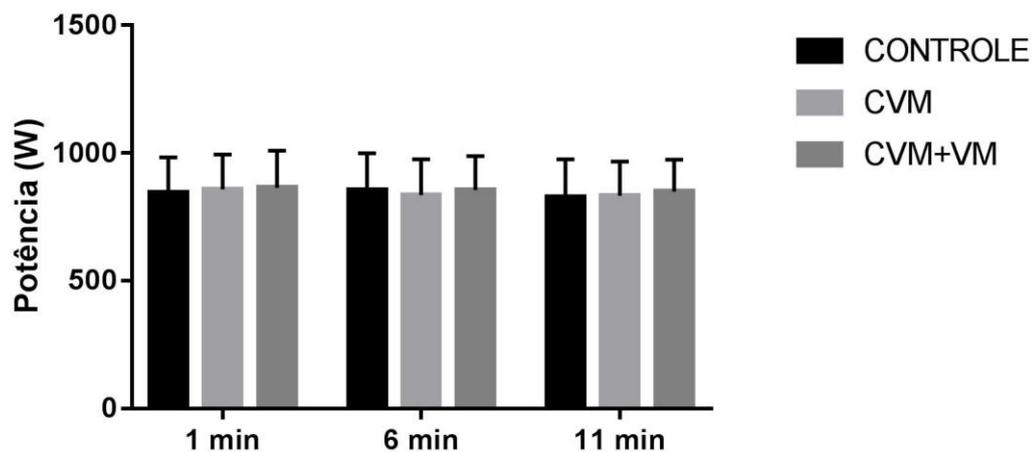
(CON-1: 15,755 ± 1,819 W/kg; CVM-1: 15,925 ± 1,497 W/kg; CVM-1: 16,111 ± 1,468 W/kg; CON-6: 15,537 ± 1,562 W/kg; CVM-6: 15,682 ± 1,731 W/kg; CVM+VM-6: 15,851 ± 1,446 W/kg; CON-11: 15,179 ± 1,520 W/kg; CVM-11: 15,544 ± 1,463 W/kg; CVM+VM-11: 15,656 ± 1,336 W/kg)

\* Diferença significativa entre o intervalo de 11 minutos comparado com intervalo de 1 minuto nas três situações experimentais; p = 0,002.

Fonte: Elaborado pelo autor.

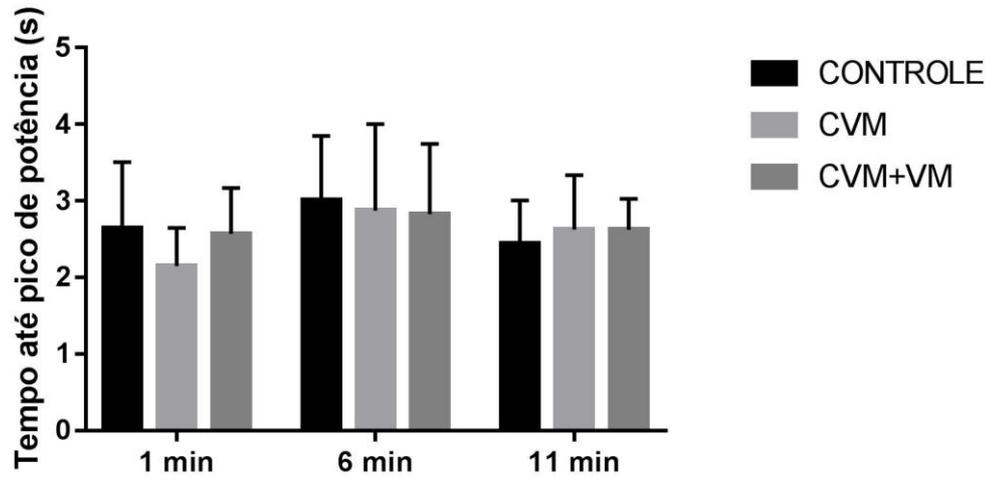
Não houve diferença significativa nos valores de potência média e nos tempos para atingir o pico de potência entre situações experimentais [ $F(2,8) = 2,519$ ;  $p = 0,142$ ;  $n^2 = 0,386$ ]; [ $F(2,8) = 0,717$ ;  $p = 0,517$ ;  $n^2 = 0,152$ ], em nenhum intervalo específico [ $F(2,8) = 3,844$ ;  $p = 0,68$ ;  $n^2 = 0,490$ ]; [ $F(2,8) = 10,101$ ;  $p = 0,06$ ;  $n^2 = 0,716$ ], tal como não houve efeito de interação entre situação x intervalo [ $F(4,6) = 0,681$ ;  $p = 0,630$ ;  $n^2 = 0,312$ ] [ $F(4,6) = 1,171$ ;  $p = 0,410$ ;  $n^2 = 0,438$ ] (Gráfico 5 e 6).

Gráfico 5 - Valores de Potência Média em diferentes situações e intervalos.



(CON-1: 845,78 ± 137,85 W; CVM-1: 858,32 ± 136,22 W; CVM+VM-1: 864,63 ± 144,48 W; CON-6: 854,84 ± 144,17 W; CVM-6: 835,34 ± 139,75 W; CVM+VM-6: 855,52 ± 132,27 W; CON-11: 827,77 ± 147,60 W; CVM-11: 832,75 ± 133,57 W; CVM+VM-11: 848,88 ± 124,89 W)  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 6 - Valores de Tempo até Pico de Potência em diferentes situações e intervalos.



(CON-1: 2,64 ± 0,87-s; CVM-1: 2,15 ± 0,50-s; CVM+VM-1: 2,56 ± 0,60-s; CON-6: 3,01 ± 0,84-s; CVM-6: 2,87 ± 1,13-s; CVM+VM-6: 2,82 ± 0,92-s; CON-11: 2,43 ± 0,57-s; CVM-11: 2,62 ± 0,71-s; CVM+VM-11: 2,63 ± 0,40-s)

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5 DISCUSSÃO

Baseado nos resultados do presente estudo foi verificado que a aplicação aguda de vibração mecânica na direção da resultante das forças de uma contração voluntária máxima de membros inferiores não aumentou significativamente o pico de potência e a potência média ou diminuiu o tempo para atingir o pico de potência em *sprints* de 15 segundos. Não foi verificado também melhora destes parâmetros na situação onde foi realizada a CVM sem adição de vibração quando comparado à situação controle.

Os mecanismos de ação da PPA ainda não são totalmente esclarecidos, mas existem pelo menos três teorias sobre como uma atividade de força condicionante poderia potencializar uma atividade subsequente (HODGSON *et al.*, 2005). A fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve, e consequente aumento das pontes cruzadas da ação muscular, foi descrita por Sale (2002) como o principal mecanismo de ação da PPA, entretanto, Rassier *et al.* (1999) verificaram que a ação da PPA pode ocorrer mesmo sem atuação desse mecanismo. Além disso, Smith e Fry (2007) observaram que, apesar de apresentar uma maior fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve, indivíduos fisicamente ativos que realizaram uma CVM de 10 segundos não apresentaram aumento do desempenho subsequente de saltos verticais. Outra hipótese é que atividades condicionantes podem modificar temporariamente a arquitetura muscular e que essa alteração do ângulo de penação poderia gerar um aumento na atividade subsequente, todavia essa teoria parece não ser aplicada no presente estudo, já que a atividade principal é relativamente complexa e com atuação conjunta de vários músculos em diversas angulações durante um ciclo de pedalada (DRISS e VANDERWALLE, 2013), sofrendo pouco ou nenhum efeito de uma possível alteração da arquitetura muscular induzida pela atividade condicionante isométrica (MAHFELD *et al.*, 2004). A terceira hipótese de aumento de desempenho muscular durante um protocolo de PPA é que a atividade condicionante de força máxima ou próxima da máxima aumentaria o recrutamento de unidades motoras através de uma maior excitação de sinapses e consequente ativação neural, descrita como reflexo H (GÜLLICH e SCHMIDTBLEICHER, 1996). Entretanto, Folland *et al.* (2008) verificaram um aumento da amplitude do reflexo H, sinalizando um aumento da atividade neural, após uma CVM de 10 segundos, porém não encontraram diferença na performance muscular subsequente. Cabe

salientar que no presente estudo, a única variável verificada para determinar se houve efeito potencializador da atividade condicionante proposta foi a variável mecânica de potência no cicloergômetro. Desta forma, existe uma limitação metodológica do presente estudo para inferir mais claramente sobre os possíveis mecanismos fisiológicos envolvidos na PPA.

Apesar de haver vários estudos com conclusões divergentes sobre a utilização da vibração como atividade condicionante em atividades explosivas subsequentes, poucos são os estudos com VM e ciclismo (SUROWIEC *et al.*, 2014; RONNESTAD *et al.*, 2016) e ainda são mais escassos os trabalhos realizados utilizando a técnica de vibração aplicada na resultante das forças das ações musculares de uma CVM em membros inferiores como atividade condicionante (SILVA *et al.*, 2008; COUTO *et al.*, 2013), o que torna difícil a comparação entre protocolos de outros estudos. Esse tipo de vibração proporcionaria ao indivíduo atingir um valor acima da força máxima voluntária em uma CVM, através da ativação de componentes involuntários de produção de força (SILVA *et al.*, 2008) e seguindo o princípio do tamanho na ordem de recrutamento de fibras musculares, maiores unidades motoras poderiam ser ativadas (GÜLLICH e SCHMIDTBLEICHER, 1996). Apesar de termos confirmado essa hipótese no presente estudo ao observar que os valores de força máxima na situação CVM+VM ( $225 \pm 86,15$  kgf) foram estatisticamente superiores aos valores encontrados na situação CVM ( $203,1 \pm 78,24$  kgf), esse alcance da força máxima acima dos valores obtidos em uma CVM não foi suficiente para potencializar a atividade de *sprint* subsequente.

Além do grande número de variáveis que podem ser manipuladas em um estudo sobre PPA com vibração, a atividade principal a ser estudada merece grande destaque. Grande parte dos estudos que observaram a PPA após um estímulo muscular foram realizados em atividades de curtíssima duração não específicas de uma modalidade esportiva, como saltos com contramovimento (ESFORMES *et al.*, 2010; NIBALI *et al.*, 2013) ou por meio de avaliações musculares reflexas (MORANA e PEREY, 2009), ou ainda atividades cíclicas envolvendo ações de alongamento-encurtamento, como o *sprint* de corrida (TURNER *et al.*, 2015; POJSKIC *et al.*, 2015), o que dificulta ainda mais as comparações entre os desfechos de cada estudo com os desfechos em atividades esportivas específicas com ações concêntricas, como o ciclismo (PARRY *et al.*, 2008; JO *et al.*, 2010).

A vibração mecânica como uma atividade condicionante para PPA em atividades de *sprint* de ciclismo foi utilizada em outros estudos, com resultados conflitantes (SUROWIEC *et al.*, 2014; RONNESTAD *et al.*, 2016). Surowiec *et al.* (2014), utilizando um método de identificação de frequência individualizada pela resposta eletromiográfica, não encontraram melhora no desempenho (pico de potência, potência média e índice de fadiga) no teste de *Wingate* realizado imediatamente após 5 séries de 2 minutos de vibração de corpo inteiro com 1 minuto de intervalo entre séries, quando comparada à situação controle de aquecimento tradicional ou utilizando o mesmo protocolo de vibração com frequência de 30Hz e amplitude pico a pico de 2mm. Os autores relatam que uma possível limitação em não encontrar respostas positivas nesse estudo poderia ser atribuída ao elevado nível de treinamento dos voluntários, que foi composta por atletas competitivos bem treinados, e que por tal motivo teriam menores benefícios com a vibração como indução à PPA. Entretanto, essa afirmativa não é sustentada pelos achados de Batista *et al.* (2011), que não verificaram diferenças nas respostas de potencialização determinadas pelo estado de treinamento dos indivíduos, ou na meta análise sobre PPA realizada por Wilson *et al.* (2013), onde foi identificado justamente o oposto, que quanto maior o estado de treinamento do indivíduo, maior a magnitude da potencialização em um protocolo de PPA.

Diferentemente, Ronnestad *et al.* (2016) verificaram que a realização de 15 semi agachamentos por 30 segundos sobre uma plataforma vibratória (frequência de 40Hz, amplitude de 3mm) promoveu o aumento do pico de potência em um *sprint* de 15 segundos após um minuto de intervalo em atletas bem treinados de MTB-XCO. As características antropométricas, físicas e de estado de treinamento dos participantes de ambos os estudos são muito próximas ao do nosso trabalho, que foram caracterizados como bem treinados pela classificação de Jeukendrup (2000) e ciclistas de *Mountain Bike* competitivo (QUESADA *et al.*, 2018) levando a uma compreensão que talvez a intensidade da atividade condicionante, definida tanto pelo tipo de atividade, quanto pelos parâmetros de vibração, podem ter sido insuficientes para gerar potencialização em *sprints* no presente trabalho e no de Surowiec *et al.* (2014).

Apesar do presente estudo apresentar uma amostra homogênea do ponto de vista do estado de treinamento (QUESADA *et al.*, 2018) e da potência aeróbia máxima (JEUKENDRUP *et al.*, 2000), as análises individuais demonstraram um

grande espectro de força máxima relativa entre os atletas, com valores de força máxima variando entre  $\text{kgf} = 2,3 \times \text{kg}$  da massa corporal (atleta mais fraco) até  $\text{kgf} = 5,1 \times \text{kg}$  da massa corporal (atleta mais forte). Seitz *et al.* (2014) verificaram que atletas mais fortes apresentaram maiores respostas de PPA do que seus pares mais fracos. Tais achados foram confirmados posteriormente, quando foi verificado que a resposta de PPA está fortemente correlacionada com a força máxima dos extensores de joelho, área de secção transversa de quadríceps e percentual de isoformas de miosina tipo II (SEITZ *et al.*, 2016). Entretanto, no presente estudo, quando separados em dois grupos ( $F_{\text{máx}} \text{MMII} < 3x$  massa corporal;  $F_{\text{máx}} \text{MMII} > 3x$  massa corporal) não foi verificada correlação significativa entre a força máxima e os valores de pico de potência.

De acordo com Tillin e Bishop (2009) a eficácia de uma atividade condicionante em induzir uma potencialização subsequente é dependente do equilíbrio entre fadiga e potencialização. De acordo com os autores, atividades condicionantes de menor volume, tal como realizado no presente estudo, evocaria uma potencialização de atividades explosivas imediatamente após a realização da atividade condicionante. Para identificar uma possível relação temporal de fadiga e potencialização, foram utilizados no presente estudo três períodos de intervalos (1, 6 e 11 minutos) após a atividade condicionante. Entretanto não houve diferença significativa entre intervalos que pudessem ser atribuídas à PPA ou a fadiga, induzidas pelos protocolos de CVM+VM ou CVM.

A única diferença significativa ocorreu no intervalo de 11 minutos, independente das atividades condicionantes CVM+VM, CVM ou CON. Essa redução do pico de potência pode ser explicada pelo longo intervalo entre o aquecimento padronizado e o *sprint* de 15 segundos. Frikka *et al.* (2016) observaram que após 5 minutos de aquecimento em cicloergômetro, não houve diferença significativa entre os valores no teste de *Wingate* imediatamente e após 5 minutos de intervalo, entretanto Teles *et al.* (2015) observaram diminuição do pico de potência em situação de intervalo passivo de 10 minutos, corroborando com a diminuição significativa do pico de potência após intervalo de 11 minutos do nosso estudo.

Outro possível limitador do protocolo utilizado no presente estudo poderia ser relacionado a pouca especificidade da atividade condicionante com a atividade subsequente (YOUNG e ELLIOT, 2001). Em um estudo com alta especificidade da atividade condicionante com a atividade principal, Munro *et al.* (2016) verificaram

que a realização de um protocolo de PPA que consistia em 6 segundos de pedalada em alta inércia proporcionou um aumento da potência anaeróbia em *sprint* de 30-s no cicloergômetro, 4 minutos após a atividade de força específica, o que não foi percebido quando realizado atividade isométrica voluntária máxima ou aquecimento tradicional. Entretanto, apesar da inespecificidade do protocolo do presente estudo, o equipamento utilizado para realização da CVM permitiu que o voluntário realizasse uma contração máxima de vários grupos musculares de membros inferiores ao mesmo tempo, sem que houvesse a necessidade de um aprendizado de uma técnica específica, atendendo ao objetivo de alcance máximo dos valores de força em todas as situações. Além disso, outros estudos verificaram a potencialização em atividades de *sprints* em cicloergômetros mesmo com atividades condicionantes não específicas com a modalidade (TELES *et al.*, 2015; RONNESTAD *et al.*, 2016).

Um dos principais achados do presente estudo foi a escolha pela verificação prévia da carga de resistência individualizada para atingir o maior pico de potência, que demonstrou ser de suma importância para garantir que os resultados de potência em *sprints* não fossem subestimados. Desde meados dos anos 80, após a alteração da resistência inercial de 7,5% da massa corporal para 8,7% ou 8,5% da massa corporal proposta por Dotan e Bar-Or (1983), inúmeros trabalhos em testes de *sprints* têm sido realizados tendo como valor fixo essa carga inercial. MacIntosh *et al.* (2002) verificaram que a carga ótima em testes individuais foram cerca de 46% superiores do que a carga tradicional de 8.7% da massa corporal, entretanto, apesar dessa diferença, não foi identificado diferença significativa entre os valores de potência, levando os autores à conclusão de que não haveria necessidade de individualizar a carga em testes de Wingate. Tais achados não são sustentados por Driss e Vandewalle (2013) que atentaram para o fato de que o pico de potência pode ter seu valor subestimado em até 15% em atletas treinados utilizando a carga inercial de 8,5%, valor este confirmado pelo nosso estudo que encontrou uma diferença de 17,5% entre o pico de potência quando comparado a carga de 8,5% da massa corporal com a carga onde o voluntário aplicou maior pico de potência. Em todos os trabalhos analisados onde foi verificado o efeito da PPA em *sprints* subsequentes, a realização dos *sprints* foi feita com carga fixa relativa à massa corporal. Enquanto nos trabalhos de Surowiec *et al.* (2014); Ronnestad *et al.* (2016) e Doma *et al.* (2018) a carga inercial utilizada para realização dos *sprints* foi de 8,5% da massa corporal, o que já pode gerar dúvidas sobre a magnitude dos valores

máximos do pico de potência, outros estudos utilizaram a resistência de 7,5% da massa corporal (PARRY *et al.*, 2008; JO *et al.*, 2010), uma resistência inercial menor que pode ter subestimado ainda mais os valores máximos de pico de potência.

Como a atividade principal realizada foi analisada somente por parâmetros mecânicos, seria interessante a utilização de métodos para identificação da presença de PPA por meio de respostas fisiológicas, objetivando elucidar os mecanismos em torno desse fenômeno. Além disso, como o *sprint* é uma atividade longa para análise da força explosiva, a utilização de testes isocinéticos ou testes de saltos poderiam confirmar a PPA de membros inferiores e permitir uma posterior comparação com ações mais complexas como o teste máximo no cicloergômetro.

Outra orientação para futuros trabalhos com PPA seria a individualização do intervalo entre a atividade condicionante e a atividade principal, além da individualização dos parâmetros de vibração utilizados.

## 6 CONCLUSÃO

Os protocolos de PPA utilizados no presente estudo de CVM ou CVM+VM não proporcionaram aos atletas de MTB-XCO melhorar de forma aguda os valores de pico de potência, tempo para atingir o pico de potência ou a potência média em atividade de *sprint* de 15-s após intervalo de 1, 6 e 11 minutos.

A identificação da carga ótima de resistência para realização dos *sprints* no cicloergômetro demonstrou ser crucial para evitar que valores de potência sejam subestimados em atletas competitivos bem treinados de MTB-XCO.

## REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. Training-Induced Changes in Neural Function. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.31.n.2, 61-67. 2003.
- ABERCROMBY, A.F.J.; AMONETTE, W.E.; LAYNE, C.S.; MCFARLIN, B.K.HINMAN, M.R.; PALOSKI, W.H. Variation in Neuromuscular Responses during Acute Whole-Body Vibration Exercise. **Medicine and Science in Sports Exercise**. v. 39, n. 9, p. 1642–1650, 2007.
- ADAMS, J.B.; EDWARDS, D.; SERVIETTE, D.; BEDIENT, A.M.; HUNTSMAN, E.; JACOBS, K.A.; DEL ROSSI, G.; ROOS, B.A.; SIGNORILE, J.F. Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximize power output following acute whole-body vibration. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 23, p. 237–245, 2009.
- ATTIA, A.; HACHANA, Y.; CHAABE`NE, H.; GADDOUR, A.; NEJI Z, A. Reliability and Validity of a 20-s Alternative to the Wingate Anaerobic Test in Team Sport Male Athletes. **PLoS ONE**. v.9, n.12, p. 1-10. 2014.
- AVELAR, N.C.P.; COSTA, S.J.; DA FONSECA, S.F.; TOSSIGE-GOMES, R.; GRIPP, F.J.; COIMBRA, C.C.; LACERDA, A.C.R. The Effects Of Passive Warm-Up Vs. Whole-Body Vibration On High-Intensity Performance During *Sprint* Cycle Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.26, n.11, p. 2997–3003, 2012.
- BABAULT, N.; DESBROSSES, K.; FABRE, M.S.; MICHAUT, A.; POUSSON, M. Neuromuscular Fatigue Development During Maximal Concentric And Isometric Knee Extensions. **Journal of Applied Physiology**. n.100, v.3, p.780-785, 2006.
- BAKER, D. Acute Effect Of Alternating Heavy And Light Resistances On Power Output During Upper-Body Complex Power Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.17, p. 493-497, 2003.
- BALKE, B.; WARE, R.W. An Experimental Study of Physical Fitness of Air Force Personnel. **United States Armed Forces Medical Journal**. v.6, n.10, p.675-688. 1959.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. **Sports Medicine**. v.4, p.381-395, 1987.
- BENEKE, R.; POLLMANN, C.; BLEIF, I.; LEITHAUSER, R.M.; HUTLER, M. How Anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for Humans. **European Journal of Applied Physiology**. v.87, p.388-392, 2002.
- BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 14, p. 377–381, 1982.

CAPMAL, V.; VANDEWALLE, H. Torque-velocity relationship during cycle ergometer sprints with and without toe clips. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.76, n.4, p.375–379, 1997.

CARDINALE, M.; BOSCO, C. The Use Of Vibration As An Exercise Intervention. **Exercise and Sport Science Review**. v. 31, p. 3–7, 2003.

CARDINALE, M.; LIM, J. Electromyography Activity Of Vastus Lateralis Muscle During Whole-Body Vibrations Of Different Frequencies. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.17, p. 621–624, 2003.

CARDINALE, M.; ERSKINE, J.A. Vibration training in elite sport: effective training solution or just another fad? **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v.3, n.1, p.232-239, 2008.

CHIU, L.Z.; FRY, A.C.; WEISS, L.W.; SCHILLING, B.K.; BROWN, L.E.; SMITH, S.L. Postactivation Potentiation Response In Athletic And Recreationally Trained Individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.17, p.671–677, 2003.

CHRISTENSEN, P.M.; BANGSBO, J. Warm-Up Strategy and High-Intensity Endurance Performance in Trained Cyclists. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v.10, p.353-360, 2015.

COCHRANE, D.J.; STANNARD, S.R.; SARGEANT, T.; RITTWEGGER, J. The Rate Of Muscle Temperature Increase During Acute Whole-Body Vibration Exercise. **European Journal of Applied Physiology**. v. 103, p. 441–448, 2008.

COCHRANE, D.J.; STANNARD, S.R.; FIRTH, E.C.; RITTWEGGER, J. Acute Whole-Body Vibration Elicits Post-Activation Potentiation. **European Journal of Applied Physiology**. v. 108, p. 311–319, 2010.

COCHRANE, D.J. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. **Journal of Sports Sciences and Medicine**. v.10, p.19-30, 2011.

COCHRANE, D. The Effect of Acute Vibration Exercise on Short-Distance *Sprinting* and Reactive Agility. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 12, p. 497-591, 2013.

COUTO, B.P.; SILVA, H.R.; BARBOSA, M.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Chronic Effects of Different Frequencies of Local Vibrations. **International Journal of Sports Medicine**. v. 32, p. 123-129, 2012.

CREER, A.R.; RICARD, M.D.; CONLEE, R.K.; ROYT, G.L.; PARCELL, A.C. Neural, Metabolic and Performance Adaptations to four weeks of High Intensity Sprint-Interval Training in Trained Cyclists. **International Journal of Sports Medicine**. v.25, p.92-98, 2004.

DAVISON, R.C.R.; SWAN, D.; COLEMAN, D.; BIRD, S. Correlates Of Simulated Hill Climb Cycling Performance. **Journal of Sports Science**. v. 18, p. 105–110, 2000.

DI GIMINIANI, R.; TIHANYI, J.; SAFAR, S.; SCRIMAGLIO, R. The Effects Of Vibration On Explosive And Reactive Strength When Applying Individualized Vibration Frequencies. **Journal of Sports Science**. v. 27, p. 169–177, 2009.

DOTAN, R.; BAR-OR. Load Optimization for the Wingate Anaerobic Test. **European Journal of Applied Physiology**. v.51, p.409-417, 1983.

DRISS, T.; VANDERWALLE, H. The Measurement of Maximal (Anaerobic) Power Output on a Cycle Ergometer: A Critical Review. **BioMed Research International**. p.1-40, 2013.

ESFORMES, J.I.; CAMERON, N.; BAMPOURAS, T.M. Postactivation Potentiation Following Different Modes of Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 24, n. 7, p. 1911–1916, 2010.

EVETOVICH, T.K.; CONLEY, D.S.; MCCAWLEY, P.F. Postactivation Potentiation Enhances Upper- And Lower-Body Athletic Performance In Collegiate Male And Female Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 29, n. 2, p. 336–342, 2015.

FARIA, E.W.; PARKER, D.L.; FARIA, I.E. The Science of Cycling: Physiology and Training – Part 1. **Sports Medicine**. v. 35, n. 4, p. 285-312, 2005a.

FARIA, E.W.; PARKER, D.L.; FARIA, I.E. The Science of Cycling: Factors Affecting Performance – Part 2. **Sports Medicine**. v. 35, n. 4, p. 313-337, 2005b.

FORNASIERO, A.; SAVOLDELLI, A.; GENNARO, R.M.; PELLEGRINI, B.B.; SCHENA, F. Physiological and anthropometric characteristics of top-level youth cross-country cyclists. **Journal of Sports Sciences**. p.1-6, 2017.

FOLLAND, J.P.; WAKAMATSU, T.; FIMLAND, M.S. The influence of maximal isometric activity on twitch and H-reflex potentiation, and quadriceps femoris performance. **European Journal of Applied Physiology**. v.104, p. 739-748, 2008.

FRENCH, D.N.; KRAEMER, W.J.; COOKE, C.B. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.4, p.678-685, 2003.

GOUVÊA, A.L.; FERNANDES, I.G.; CÉSAR, E.P.; SILVA, W.A.B.; GOMES, P.S.C. The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. **Journal of Sports Sciences**. p.1-9, 2012.

GRANIER, P.; MERCIER, B.; MERCIER, J.; ANSELME, F.; PREFAUT, C. Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in *sprint* and middle-distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. v.70, p. 58–65, 1995.

GUELICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. MVC-Induced Short Term Potentiation Of Explosive Force. **New Studies in Athletics**, v.11, p. 67–81, 1996.

HACHANA, Y.; ATTIA, A.; NASSIB, S.; SHEPHARD, R.J.; CHELLY, M.S. Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of score on an abbreviated Wingate test for field sport participants. **Strength and Conditioning Research**. v.26, n.5, p.1324-1330. 2012.

HAMADA, T.; SALE, D.G.; MACDOUGALL J.D. Postactivation Potentiation In Endurance-Trained Male Athletes. **Medicine and Science in Sports and Medicine**. v. 32, n. 3, p. 403–411, 2000a.

HAMADA, T.; SALE, D.G.; MACDOUGALL, J.D.; TARNOPOLSKY, M.A., Postactivation Potentiation, Fiber Type, And Twitch Contraction Time In Human Knee Extensor Muscles. **Journal of Applied Physiology**. v.88, n.6, p. 2131-2137, 2000b.

HERBERT, P.; SCULTHORPE, N. BAKER, J.S.; GRACE, F.M. Validation of a six second cycle test for the determination of peak power output. **Research in Sports Medicine**. v.23, n.2, p.115-125, 2015.

HESTER, G.M.; POPE, Z.K.; SELLERS, J.H.; THIELE, R.M.; DEFREITAS, J.M.; Potentiation: Effect of Ballistic and Heavy Exercise on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.31, n.3, p.660-666, 2017.

HILFIKER, R.; HÜBNER, K.; LORENZ, T.; MARTI, B. Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.2, p. 550-555. 2007.

HODGSON M.; DOCHERTY D.; ROBBINS D. Post-Activation Potentiation: Underlying Physiology And Implications For Motor Performance. **Sports Medicine**. v. 35, n. 7, p. 585-595, 2005.

HORTOBÁGYI, T. LESINSKI, M.; FERNANDEZ-DEL-OLMO, M. GRANACHER, U. Small and inconsistent effects of whole body vibration on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Applied Physiology**. v. 115, p.1605-1625, 2015.

IMPELLIZZERI, F.M.; SASSI, A.; RODRIGUEZ-ALONSO, M.; MOGNONI, P.; MARCORA, S. Exercise Intensity During Off-Road Cycling Competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 34. n. 11. p. 1808-1813. 2002.

IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; SASSI, A.; MOGNONI, P. MARCORA, S. Physiological Correlates to Off-Road Cycling Performance. **Journal of Sports Science**. v. 23, p. 41-47, 2005.

INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J.S. **The Wingate Anaerobic Test**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

INOUE, A.; SÁ FILHO, A.S.; MELLO, F.C.M.; SANTOS, T.M. Relationship between anaerobic cycling tests and mountain bike cross-country performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 26, n. 6, p. 1589–1593, 2012.

INOUE, A.; IMPELLIZZERI, F.M.; PIRES, F.O.; POMPEU, F.A.; DESLANDES, A.C.; SANTOS, T.M. Effects of Sprint versus High-Intensity Aerobic Interval Training on Cross-Country Mountain Biking Performance: A Randomized Controlled Trial. **PLoS One**. v.11, n.1, p.1-14, 2016.

ISSURIN, V.B. Vibrations and their Applications in Sports. A Review. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 45, n. 3, p. 324-336, 2005.

JAAFAR, H.; ROUIS, M.; COUDRAT, L.; ATTIOGBE, E.; VANDEWALLE, H.; DRISS, T. Effects of load on Wingate test performances and reliability. **Journal of Strength and Conditioning Research**. n. 28, v. 12, p. 3462–3468, 2014.

JAAFAR, H.; ROUIS, M.; ATTIOGBE, E.; VANDERWALLE, H.; DRISS, T. A Comparative Study Between the Wingate and Force–Velocity Anaerobic Cycling Tests: Effect of Physical Fitness. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. n.11, p. 48-54, 2016.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized Equations for Predicting Body Density of Men. **British Journal of Nutrition**. v. 40, p. 497-504, 1978.

JEUKENDRUP, A.E.; CRAIG, N.P.; HAWLEY, J.A. The Bioenergetics of World Class Cycling. **Journal of Science and Medicine in Sports**. v.3, n.4, p.414-433, 2000.

JO, E.; JUDELSON, D.A.; BROWN, L.E.; COBURN, J.W.; DABBS, N.C. Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.24, n.2, p.343–347, 2010.

JORDAN, M.J.; NORRIS, S.R.; SMITH, D.J.; HERZOG, W. Vibration Training: An Overview Of The Area, Training Consequences, And Future Considerations. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 19, n. 2, p. 459–466, 2005.

KARSTEN, B.; STEVENS, L.; COLPUS, M.; LARUMBE-ZABALA, E.; NACLERIO, F. The Effects of Sport-Specific Maximal Strength and Conditioning Training on Critical Velocity, Anaerobic Running Distance, and 5-km Race Performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 11, p. 80-85, 2016.

KILDUFF, L.P.; FINN, C.V.; BAKER, J.S.; COOK, C.J.; WEST, D.J. Preconditioning Strategies to Enhance Physical Performance on the Day of Competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 8, p. 677-681, 2013.

KUIPERS, H.; VERSTAPPEN, F.T.; KEIZER, H.A.; GEURTEN, P.; VAN KRANENBURG, G. Variability of Aerobic Performance in the Laboratory and its Physiologic Correlates. **International Journal of Sports Medicine**. v.6, n.4, p.197-201, 1985.

LIEBER, R.L.; FRIDEN, J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. **Muscle & Nerve**, New York, v.23, n.11, p.1647-1666, 2000.

LUO, J.; MCNAMARA, B.; MORAN, K. The Use of Vibration Training to Enhance Muscle Strength and Power. **Sports Medicine**. v.35, n. 1, p. 23-41, 2005.

MACDERMID, P.W.; MORTON, H. A longitudinal analysis of start position and the outcome of World Cup cross-country mountain bike racing, **Journal of Sports Sciences**. v.30, n.2, p.175-182, 2011.

MACDERMID, P.W.; FINK, P.W.; STANNARD, S.R. Transference of 3D Accelerations During Cross Country Mountain Biking. **Journal of Biomechanics**. v.47, p.1829–1837, 2014.

MAHLFELD, K.; FRANKE, J.; AWISZUS, F. Postcontraction Changes of Muscle Architecture in Human Quadriceps Muscle. **Muscle Nerve**, v.29, n.4, 354- 358, 2004.

MARIN, P.J.; RHEA, M.R. Effects of vibration training on muscle power: A meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.24, n.3, p.871-878, 2010.

MARTIN, B.J.; PARK, H.S. Analysis of the tonic vibration reflex: Influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. **European Journal of Applied Physiology**. v.75, n.6, p.504-511, 1997.

MCBRIDE, J.M.; PORCARI, J.P.; SCHEUNKE, M.D. Effect Of Vibration During Fatiguing Resistance Exercise On Subsequent Muscle Activity During Maximal Voluntary Isometric Contractions. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 18, n. 4, p. 777–781, 2004.

MCLESTER, J.R.; GREEN, J.M.; CHOUINARD, J.L. Effects of standing vs.seated posture on repeated Wingate performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 18, p. 816–820, 2004.

MESTER, J.; SPITZENFEIL, P.; SCHWARZER, J.; SEIFRIZ, F. Biological Reaction To Vibration -Implications For Sport. **Journal of Science and Medicine in Sport**.v. 2, n. 3, p. 211-226, 1999.

MORANA, C.; PERREY, S. Time course of postactivation potentiation during intermittent submaximal fatiguing contractions in endurance- and power-trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.23, n.5, p.1456–1464, 2009.

MUNRO, L.A.; STANNARD, S.R.; FINK, P.W.; FOSKETT, A. Potentiation of sprint cycling performance: the effects of a high-inertia ergometer warm-up. **Journal of Sports Sciences**. publicado online, 2016.

NACLERIO, F.; FAIGENBAUM, A.D.; LARUMBE-ZABALA, E.; RATAMESS, N.A.; KANG, J.; FRIEDMAN, P.; ROSS, R.E. Effectiveness Of Different Postactivation Potentiation Protocols With And Without Whole Body Vibration On Jumping

Performance In College Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**.v. 28, n. 1, p. 232–239, 2014.

NIBALI, M.L.; CHAPMAN, D.W.; ROBERGS, R.A.; DRINKWATER, E.J. Validation of jump squats as a practical measure of post-activation potentiation. **Applied Physiology in Nutrition and Metabolism**. v.38, p.306-313, 2013.

NOVAK, A.; DASCOMBE, B.J. Physiological and performance characteristics of road, mountain bike and BMX cyclists. **Journal of Science in Cycling**. v.3, n.3, p.9-16, 2014.

NOVAK, A.; BENNETT, K.J.M.; FRANSEN, J.; DASCOMBE, B.J.A multidimensional approach to performance prediction in Olympic distance cross-country mountain bikers. **Journal of Sports Sciences**. publicado online. 2017.

OOSTHUYSE, T.; VIEDGE, A.; MCVEIGH, J.; AVIDON, I. Anaerobic Power In Road Cyclists Is Improved After 10 Weeks Of Wholebody Vibration Training. **Journal of Strength and Conditioning Reserach**. v. 27, n.2, p. 485–494, 2013.

PAASUKE, M.; SAAPAR, L.; ERELIN, J.; GAPEYEVA, H.; REQUENA, B.; OOIPIK, V. Postactivation potentiation of knee extensor muscles in power- and endurance-trained, and untrained women. **European Journal of Applied Physiology**. v.101, n.5, p.577-585, 2007.

PARK, H.S.; MARTIN, B.J. Contribution of the tonic vibration reflex to muscle stress and muscle fatigue. **Scandinavean Journal of Work Environmental Health**. v.19, n.1, p.35-42, 1993.

PARRY, S.; HANCOCK, S.; SHIELLS, M.; PASSFIELD, L.; DAVIES, B.; BAKER, J.S. Physiological Effects Of Two Different Postactivation Potentiation Training Loads On Power Profiles Generated During High Intensity Cycle Ergometer Exercise. **Research in Sports Medicine**. v. 16, p. 56–67, 2008.

POJSKIC, H.;PAGADUAN, J.; UZICANIN, E.; BABAJIC, F.; MURATOVIC, M.; TOMLJANOVIC, M. Acute Effects of Loaded Whole Body Vibration Training on Performance. **Asian Journal of Sports Medicine**. v.6, n.1, p.1-7, 2015.

POLLOCK, R.D.; WOLEDGE, R.C.; MARTIN, F.C.; NEWHAM, D.J. Effects of whole body vibration on motor unit recruitment and threshold. **Journal of Applied Physiology**. v.112, n.3, p.378-395, 2012.

QUESADA, J.I.P.; KERR, Z.Y.; BERTUCCI, W.M.; CARPES, F.P. The categorization of amateur cyclists as research participants: findings from an observational study, **Journal of Sports Sciences**, v.1466, p.1-8, 2018.

RAUCH, F.; SIEVANEN, H.; BOONEN, S.; CARDINALE, M.; DEGENS, H.; FELSEBERG, D. Reporting whole-body vibration intervention studies: recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. **Journal of Muculoskeletal Neuronal Interaction**. v.10, p.193-198, 2010.

READ, P.J.; MILLER, S.C.; TURNER, A.N. The effects of postactivation potentiation on golf club head speed. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.6, p.1579-1582. 2013.

RIXON, K.P.; LAMONT, H.S.; BEMBEN, M.G. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.21, p.500–505, 2007.

ROBBINS D.W. Postactivation Potentiation And Its Practical Applicability: A Brief Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 19, n. 2, p. 453-458, 2005.

RØNNESTAD, B.R.; ELLEFSEN, S. The effects of adding different whole-body vibration frequencies to preconditioning exercise on subsequent *sprint* performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.12, p.3306-3310, 2011.

RØNNESTAD, B.R.; SLETTALØKKEN, F.G.; ELLEFSEN, S. Whole Body Vibration Increases Subsequent *Sprint* Performance in Well-Trained Cyclists **International Journal of Sports Physiology and Performance**. Ahead of Print. p.1-18, 2016.

SALE, D.G. Postactivation Potentiation: Role In Human Performance. **Exercise and Sports Sciences Reviews**. v.30, n.3.138-143, 2002.

SAMUELSON, B.; JORFELDT,L.; AHLBORG,B. Influence of Vibration on Endurance of Maximal Isometric Contraction. **Clinical Physiology**. v. 9, p. 21–26, 1989.

SEITZ, L.B.; DE VILLARREAL, E.S.; HAFF, G.G. The Temporal Profile Of Postactivation Potentiation Is Related To Strength Level. **Journal of Strength and Conditioning Research**.v. 28, n. 3, p. 706–715, 2014.

SEITZ, L.B.; HAFF, G.G. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, *Sprint*, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine**. v.12, p. 1-10, 2015.

SILVA, H.R.; COUTO, B.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Effects Of Mechanical Vibration Applied In The Opposite Direction Of Muscle Shortening On Maximal Isometric Strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.22, p. 1031–1036, 2008.

SMITH, J.C.; FRY, A.C.; WEISS, L.W.; LI, Y.; KINZEY, S.J. The effects of high-intensity exercise on a 10-second sprint cycle test. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.15, n.3, p.344–348, 2001.

SMITH, J.C.; FRY, A.C. Effects Of A Ten-Second Maximum Voluntary Contraction On Regulatory Myosin Light-Chain Phosphorylation And Dynamic Performance Measures. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.21, n.1, p.73–76, 2007.

STAPEFELDT, B.; SCHWIRTZ, A.; SHUMACHER, Y.O.; HILLEBREDCHT, M. Workload Demands in Mountain Bike Racing. **International Journal of Sports Medicine** v.25, p. 294-300, 2004.

SUROWIEC, R.K.; WANG, H.; NAGELKIRK, P.R.; FRAME, J.W.; DICKIN, D.C. The Effects Of Whole-Body Vibration On The Wingate Test For Anaerobic Power When Applying Individualized Frequencies. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 28, n. 7, p. 2035–2041, 2014.

SZMUCHROWSKI, L.A.; COUTO, B.P. Sistema Integrado do Treinamento Esportivo. In: SAMULSKI, D.M.; MENZEL, H-J.; PRADO, L.S. (Ed.) **Treinamento Esportivo**. Barueri: Manole, 2013.

TELES, M.C.; FONSECA, I.A.T.; MARTINS, J.B.; DE CARVALHO, M.M.; XAVIER, M.; COSTA, S.J.; DE AVELAR, N.C.P.; RIBEIRO, V.G.C.; SALVADOR, F.S.; AUGUSTO, L.; MENDONÇA, V.A.; LACERDA, A.C.R. Comparison Between Whole-Body Vibration, Light-Emitting Diode, And Cycling Warm-Up On High-Intensity Physical Performance During *Sprint* Bicycle Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.6, p. 1542–1550, 2015.

TILLIN, N.A.; BISHOP, D. Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. **Sports Medicine**. v. 39, n. 2, p. 147-166, 2009.

TITLESTAD, J.; FAIRLIE-CLARKE, T.; WHITTAKER, A.; DAVIE, M.; WATT, I.; GRANT, S. Effect of Suspension System on The Physiological and Psychological Responses to Sub-Maximal Biking on Simulated Smooth and Bumpy Tracks. **Journal of Sports Science**. v. 24, p. 125–135, 2006.

TSOUKOS, A.; BOGDANIS, G.C.; TERZIS, G.; VELIGEKAS, P. Acute Improvement Of Vertical Jump Performance After Isometric Squats Depends On Knee Angle And Vertical Jumping Ability. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 30, n. 8, p. 2250–2257, 2016.

TURNER, A.P.; BELLHOUSE, S.; KILDUFF, L.P.; RUSSELL, M. Postactivation Potentiation Of *Sprint* Acceleration Performance Using Plyometric Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 29, n. 2, p. 343–350, 2015.

ULRICH, G.; PARSTOFER, M. Effects of Plyometric Versus Concentric and Eccentric Conditioning Contractions on Upper-Body Postactivation Potentiation. **International Journal of Sports Physiology Performance**. v.12, n.6, p.736-741. 2017.

VANDERVOORT, A.A.; QUINLAN, J.; MCCOMAS, J. Twitch Potentiation after Voluntary Contraction. **Experimental Neurology**. v. 81, p. 141-152, 1983.

VANDEWALLE, H.; PERE S.G.; HELLER, J.; MONOD, H. All out anaerobic capacity tests on cycle ergometers. A comparative study on men and women. **European Journal of Applied Physiology**. v. 54, p. 222–229, 1985.

VARGAS, N.T.; ROBERGS, R.A.; KLOPP, D.M. Optimal loads for a 30-s maximal power cycle ergometer test using a stationary start. **European Journal of Applied Physiology**. v. 115, p. 1087-1094, 2015.

WEST, D.; CUNNINGHAM, D.; BEVAN, H.; CREWHER, B.; COOK, C.; KILDUFF, L. Influence of active recovery on professional rugby union player's ability to harness postactivation potentiation. **Journal of Sports and Medicine Physiology Fitness**. n.53, v.2, p.203-208. 2013.

WILSON, J.M.; DUNCAN, N.M.; MARIN, P.J.; BROWN, L.E.; LOENNEKE, J.P.; WILSON, S.M.C.; JO, E.; LOWERY, R.P.; UGRINOWITSCH, C. Meta analysis Of Postactivation Potentiation And Power: Effects Of Conditioning Activity, Volume, Gender, Rest Periods, And Training Status. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.27, n.3, p.854–859, 2013.

YOUNG, W.B.; JENNER, A.; GRIYTHS, K. Acute Enhancement Of Power Performance From Heavy Load Squats. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 12, p. 82–84, 1998.

YOUNG, W.; ELLIOT, S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. **Research Quarterly for Exercise and Sports**. v.72, n.3, p.273-279, 2001.

## ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito Agudo da Contração Voluntária Máxima com Adição de Vibração Mecânica sobre o Desempenho no Teste de Wingate em Atletas de Mountain Bike.

**Pesquisador:** Reginaldo Gonçalves

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 66027317.6.0000.5149

**Instituição Proponente:** Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.063.821

#### Apresentação do Projeto:

Segundo os autores: "No esporte, diversos mecanismos têm sido estudados nos últimos anos com objetivo de alcançar desempenhos físicos superiores. Um desses mecanismos é a potenciação pós ativação (PPA), que consiste em obter um desempenho muscular aumentado através de uma atividade condicionante prévia. A contração voluntária máxima (CVM) associada à vibração mecânica (VM) tem se mostrado um artifício interessante para provocar PPA e poderia ser um método para alcançar performances superiores em atividades explosivas de curta duração. Objetivo: Verificar o efeito agudo da CVM com ou sem adição de vibração mecânica no desempenho anaeróbio no teste de Wingate. Métodos: Serão avaliados atletas de Mountain Bike que realizarão CVM e CVM+VM com subsequente teste de Wingate em duas situações de intervalos distintos, imediatamente após, e 5 minutos após a atividade condicionante, além da situação controle que será constituída do teste de Wingate com aquecimento tradicional prévio sem aplicação de CVM+VM e CVM."

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar o efeito agudo da CVM com ou sem adição de vibração mecânica no desempenho anaeróbio no teste de Wingate.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 2.063.821

**Objetivo Secundário:**

Verificar o efeito agudo da CVM com ou sem adição de vibração mecânica no tempo de alcance do pico de potência no teste de Wingate. Verificar o efeito agudo da CVM com ou sem adição de vibração mecânica no valor do pico de potência no teste de Wingate.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os autores:

"Riscos:

Os possíveis incômodos que o voluntário poderá sentir ao participar do estudo são os seguintes: tonteadas, náuseas ou dores musculares relacionados à realização do teste de Wingate; desconforto físico ocasionado pela vibração mecânica. Os possíveis riscos à saúde física e mental são: lesões músculo-esqueléticas, que são limitadas, já que os voluntários realizarão os testes utilizando equipamento específico para o teste e similar à modalidade já praticada. Todos os testes serão monitorados por professores e alunos previamente treinados e em ambiente adequado e seguro para esse fim.

Benefícios:

Os benefícios que os voluntários deverão esperar com a participação, direta ou indiretamente são uma avaliação antropométrica e avaliação do condicionamento anaeróbico completa. Além disso, o voluntário contribuirá para as pesquisas na Ciência do Esporte e do Treinamento Esportivo, ajudando treinadores e pesquisadores a compreender melhor os fenômenos que podem auxiliar no processo de evolução do esporte."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante para a área de conhecimento. As solicitações sugeridas no parecer anterior foram, de forma geral, atendidas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

**Recomendações:**

Sou a favor, S.M.J., da aprovação do projeto.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

1- Favor informar no TCLE, conforme apontado no parecer anterior, que o COEP poderá ser acionado em caso de dúvidas relacionadas a aspectos éticos. Este comitê confia que as modificações serão realizadas pelos pesquisadores.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 2.063.821

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o COEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_885116.pdf	02/05/2017 09:33:22		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	CartaResposta.docx	02/05/2017 09:32:41	Reginaldo Gonçalves	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEPedro2.docx	02/05/2017 09:31:19	Reginaldo Gonçalves	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Pedrocvm.docx	02/05/2017 09:30:52	Reginaldo Gonçalves	Aceito
Outros	A01CA100.PDF	20/03/2017 12:44:23	Reginaldo Gonçalves	Aceito
Declaração de Pesquisadores	A01CD100.PDF	20/03/2017 12:43:58	Reginaldo Gonçalves	Aceito
Folha de Rosto	JA01C100.PDF	20/03/2017 12:32:21	Reginaldo Gonçalves	Aceito
Outros	660273176aprovacaoassinada.pdf	15/05/2017 14:37:33	Vivian Resende	Aceito
Outros	660273176parecerassinado.pdf	15/05/2017 14:37:40	Vivian Resende	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 2.063.821

BELO HORIZONTE, 15 de Maio de 2017

---

**Assinado por:**  
**Vivian Resende**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

## APÊNDICE 1

# TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

## CONVITE

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa denominada **“Efeito Agudo da Vibração Mecânica na Direção da Resultante das Forças de Contração Voluntária Máxima no Desempenho de Sprints em Atletas de Mountain Bike.”**

A aplicação de um estímulo muscular prévio a uma atividade explosiva é chamada de potenciação pós ativação (PPA) e tem sido objeto de diversos estudos nos últimos anos. Usualmente esse estímulo prévio é realizado com exercícios resistidos com cargas máximas ou próximos da máxima. Portanto, o presente estudo tem como objetivo verificar o efeito agudo da contração voluntária máxima com adição de vibração mecânica sobre o desempenho em testes de *sprints* de 15 segundos.

A pesquisa ocorrerá no Laboratório de Avaliação de Carga da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e será composta de cinco encontros. O primeiro dia será para caracterização dos voluntários e familiarização com os equipamentos, o segundo dia para identificação da carga ótima de resistência no sprint e identificação de frequência ótima de vibração e mais três situações experimentais que serão realizadas em três dias distintos, com intervalos de no mínimo 48 horas e no máximo sete dias entre os dias de coleta. As situações experimentais serão compostas de três blocos por dia, com intervalo passivo de 20 minutos entre blocos: aquecimento tradicional, intervalo passivo de 1, 6 e 11 minutos; sprint de 15s e volta à calma (CON); aquecimento tradicional seguido de contração voluntária máxima, intervalo passivo de 1, 6 e 11 minutos, sprint de 15s e volta à calma (CVM); aquecimento tradicional seguido de aplicação de vibração mecânica na direção da resultante das forças musculares da contração voluntária máxima de MMII, intervalo passivo de 1, 6 e 11 minutos, sprint de 15s e volta à calma (CVM+VM).

Para inclusão na pesquisa você deverá preencher os seguintes requisitos: sexo masculino, com idade entre 18 e 40 anos, ciclista filiado à Federação Mineira de Ciclismo ou outra Federação de Ciclismo quando for de outro Estado, não ter lesões ou limitações que comprometam a atividade e não estar tomando remédios. **Você não será avaliado por um médico antes dos procedimentos do estudo. O questionário PAR-Q respondido por você na fase inicial avaliará se você preenche os requisitos de inclusão e exclusão para participação no trabalho.**

Os possíveis incômodos que você poderá sentir ao participar do estudo são os seguintes: desconforto, tonturas, náuseas ou dores musculares relacionados à realização do teste de *Sprint*; desconforto físico ocasionado pela vibração mecânica. Os possíveis riscos à sua saúde física e mental são: lesões músculo-esqueléticas, que são limitadas, já que você realizará os testes utilizando equipamento específico para o teste e similar à modalidade já praticada. Todos os testes serão monitorados por professores e alunos previamente treinados e em ambiente adequado e seguro para esse fim.

**Você contará com assistência integral e gratuita, incluindo assistência médica devida, se por algum motivo, se sentir mal durante as atividades físicas, estando os pesquisadores responsáveis por te acompanharem a um serviço médico (Pronto Socorro do Hospital Risoleta Tolentino Neves), caso seja necessário.**

Os benefícios que você deverá esperar com a sua participação, direta ou indiretamente são uma avaliação antropométrica e avaliação do seu condicionamento anaeróbio completa. Além disso, você

contribuirá para as pesquisas na Ciência do Esporte e do Treinamento Esportivo, ajudando treinadores e pesquisadores a compreender melhor os fenômenos que podem auxiliar no processo de evolução do esporte.

Sempre que você desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo. A qualquer momento, você poderá recusar a continuar participando do estudo e, também, poderá retirar este seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo. Fica assegurado que as informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações estará restrita aos profissionais envolvidos na pesquisa. Não existirão despesas ou reembolsos/compensação financeira (pagamento) para o participante e/ou seu responsável em qualquer fase da pesquisa.

Esta pesquisa é coordenada pelo Departamento de Esportes da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Educacional da UFMG e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais.

**Informações ao voluntário:**

Finalmente, tendo você compreendido perfeitamente tudo o que foi informado sobre a sua participação no mencionado estudo e estando consciente dos seus direitos, das suas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a sua participação implicam, concorda em dele participar e, para isso, você confirma o seu consentimento assinando o referido termo em duas vias (uma via para você e outra para o pesquisador responsável).

**ATENÇÃO:** Em caso de dúvidas sobre as questões relacionadas à sua participação nessa pesquisa, consulte o **Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais:**

Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha  
Av. Antônio Carlos, 6627. Belo Horizonte / MG. CEP: 31270-901  
**Telefone: 3409-4592**

**Endereço dos responsáveis pela pesquisa:**

Pesquisador responsável: Reginaldo Gonçalves  
Pesquisador auxiliar: Pedro Augusto Santos Almeida  
Instituição: UFMG / Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional / LAC - CENESP  
Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627  
Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901 Cidade: Belo Horizonte / MG.  
Telefones p/contato: 3409-2326/98285-9393.

Belo Horizonte, de de 2017.

(Assinatura ou impressão datiloscópica do voluntário ou responsável legal- Rubricar as demais folhas)	Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

## APÊNDICE 2

<b>QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DO VOLUNTÁRIO</b>		
<b>Efeito Agudo da Vibração Mecânica na Direção da Resultante das Forças de Contração Voluntária Máxima no Desempenho de Sprints em Atletas de Mountain Bike.</b>		
Nome:		
Endereço:		
Telefone:	Telefone 2:	
Email:		
Em caso de emergência comunicar:	Telefone:	
OBSERVAÇÕES:		
<b>HISTÓRICO DE TREINAMENTO</b>		
Tempo de treinamento na modalidade MTB:		
Outras modalidades praticadas:		
Frequencia semanal de treinamento (MTB):		
Tempo de treinamento semanal (horas/semana):		
Velocidade média de treinamento (km/hora):		
Volume de treinamento semanal (km/semana):		
Frequencia semanal de treinamento (Outras modalidades):		
Quantidade de campeonatos disputados em 2017:		
Próximos campeonatos previstos:		
OBSERVAÇÕES:		
<b>LESÕES</b>		
Possui alguma limitação ocasionada por lesões?		
Você se lembra da última lesão que teve ocasionada pela modalidade?		
OBSERVAÇÕES:		
<b>DISPONIBILIDADE PARA A PESQUISA</b>		
Quais os dias e horários disponíveis para realização da pesquisa?		
Faz uso de algum suplemento alimentar?		
Mantém registro dos treinos por meio de aplicativos ou softwares próprios?		
OBSERVAÇÕES:		