

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**PABLO RAMON DOMINGOS**

***TIRANTE MUSCULADOR*<sup>®</sup> E MEIO AGACHAMENTO: SESSÃO DE TREINAMENTO  
DE FORÇA RÁPIDA E SUA RECUPERAÇÃO**

JUIZ DE FORA  
JULHO/2017

**PABLO RAMON DOMINGOS**

***TIRANTE MUSCULADOR*<sup>®</sup> E MEIO AGACHAMENTO: SESSÃO DE TREINAMENTO  
DE FORÇA RÁPIDA E SUA RECUPERAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Jorge Roberto Perrout de Lima

JUIZ DE FORA

JULHO/2017

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Domingos, Pablo Ramon.

Tirante Musculador e meio agachamento: sessão de treinamento de força rápida e sua recuperação / Pablo Ramon Domingos. -- 2017. 74 f.

Orientador: Jorge Roberto Perrout de Lima

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Faculdade de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2017.

1. Tirante Musculador. 2. Exercício resistido. 3. Força rápida. 4. Recuperação. I. de Lima, Jorge Roberto Perrout, orient. II. Título.

**PABLO RAMON DOMINGOS**

***TIRANTE MUSCULADOR®* E MEIO AGACHAMENTO: SESSÃO DE TREINAMENTO  
DE FORÇA RÁPIDA E SUA RECUPERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Educação Física:

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

**Titulares:**

---

Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima (Orientador)  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

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

---

Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira  
Universidade Federal de Lavras

*À minha Mãe, Cláudia, e meu Pai, Benedito que de tudo fizeram e ainda fazem para  
que eu sempre possa estar bem, com amor*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente aos meus pais, Cláudia e Benedito, que foram financiadores principais da primeira metade deste mestrado, assim como da minha vida, não medindo esforços para que eu pudesse concluir este e tantos outros objetivos. À minha irmã, Pâmela, que sempre se esforça para me ajudar de alguma maneira, e que contribuiu muito para que este trabalho pudesse ser alcançado.

À todas as amigas que venho fazendo pelos locais por onde passei, enfatizando Igor, a Lid e o Sr. Vicente que me acolheram em sua casa durante minhas idas e vindas à cidade de Lavras. Ao Danilo Ventania e ao Ramon Cruz pela parceria desde antes do ingresso ao mestrado e à elevação da qualidade das resenhas e dos trabalhos, inclusive este. Muito obrigado!

Também agradeço à toda a Equipe CRIA Lavras que me proporcionou muito conhecimento desde minha graduação, além das relações pessoais que tenho certeza que levaremos para a vida, fora a excelente disposição para participarem das coletas. Ao professor Fernando que sempre me abre portas tanto no meio acadêmico, quanto no atletismo – sou muito grato à sua dedicação a mim. Ao professor Sandro, que sempre colaborou com os meus conhecimentos e que me colocou na “área” do treinamento de força, além ainda do GEPREN, grupo que coordena e pôde me emprestar todo o equipamento necessário para a execução deste trabalho.

Por último, mas não menos importante, à Equipe CRIA UFJF, onde pude novamente ser testado quanto ao meu conhecimento no que faço e pude lograr grandes resultados mesmo sem considerar o que fazemos dentro das pistas. Sendo os parceiros do dia a dia indispensáveis na conclusão de mais esta etapa, Renatinho, Fran, professor Jorge. Além de cada atleta do “meu grupo” que com certeza foram meu motor primário para permanecer em Juiz de Fora até a conclusão desta etapa, Camila, Lucas Macedo, Kadu, Matheus, Jordania, Lucas Pinheiro, João Macedo e Vivi, além de algumas das crianças tais como a Raissa, Luisa, Julia, Arthur, Wendel... as quais eu não era o treinador, mas sempre tive dando uns palpites com o Renatinho (risos), essas crianças que sempre puderam me ensinar bastante. Além dos demais atletas pela resenha e pelo trabalho de cada dia – que pude aprender muito mais do que ensinar neste breve período. Obrigado a todos pela confiança depositada em mim!

## RESUMO

O objetivo foi descrever e comparar uma sessão de treinamento de força no *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) com uma sessão no meio agachamento guiado (MA), e também a recuperação dos participantes após a execução de ambos exercícios. 19 voluntários de ambos os sexos (10 do feminino e 9 do masculino), com média de idade de  $17,4 \pm 1,5$  anos ( $58,7 \pm 9,2$  kg de massa corporal;  $170,1 \pm 9,1$  cm de estatura;  $35,1 \pm 11,5$  mm no somatório de dobras cutâneas), atletas de atletismo. Foram realizados dez encontros. No encontro 1 foi randomizada à escolha de qual exercício seria realizado primeiro, e foram realizadas a avaliação antropométrica e o teste de 1RM de um exercício, e após 72h realizaram quatro séries de oito movimentos com 80% do 1RM (encontro 2), e a cada 24h foram realizados testes para a avaliação da recuperação, até 72h (encontros 3, 4 e 5), e para o segundo exercício todo o procedimento foi repetido (encontros de 6 a 10). Durante os encontros 2 e 7 foram realizadas coletas da EMG dos músculos vasto lateral (VL), reto femoral (RF) e vasto medial (VM) e medida a velocidade de execução dos movimentos, já para os encontros de 3 ao 5 e de 8 ao 10, foram realizadas medidas da escala de qualidade total de recuperação (QTR), de dor muscular de início tardio (DMIT), contração voluntária isométrica máxima (CVIM), EMG do VL durante a CVIM e salto com contra movimento (SCM). Não houve diferença na EMG entre os dois exercícios ( $p > 0,05$ ), porém, o RF apresenta um tamanho de efeito grande (1,07), sugerindo maior participação do mesmo na execução do TM do que no MA, não encontrando diferença também entre a potência gerada no TM e no MA ( $p > 0,05$ ). Quando comparada a recuperação do TM com a do MA não encontramos diferença para nenhuma das variáveis medidas ( $p > 0,05$ ). Sendo assim, concluímos que tanto o TM, quanto o MA são bons exercícios para desenvolver a potência, e neste tipo de protocolo se recuperam rapidamente. O TM apresenta certa vantagem em relação ao MA devido às cargas externas absolutas serem menores que no MA e apresentarem respostas internas iguais. Qualitativamente, o efeito da carga aplicada parece durar mais tempo no TM do que no MA, mas, ambos acontecem na mesma magnitude, sendo assim, é necessário que novos estudos sejam realizados de maneira crônica para que se possa compreender de fato os possíveis efeitos.

**Palavras-chave:** *Tirante Musculador*<sup>®</sup>, Força Rápida, Recuperação, Exercício Resistido.

## ABSTRACT

The aim was to describe and compare a strength training session in the *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) with a session in the half squat guided (HS), and also the recovery of participants after the execution of both exercises. 19 volunteers of both sexes (10 female and 9 male), with an average age of  $17.4 \pm 1.5$  years ( $58.7 \pm 9.2$  kg of body weight;  $170.1 \pm 9.1$  cm stature;  $35.1 \pm 11.5$  mm in the sum of skinfolds), track and field athletes. Ten meetings were held. On the meeting 1 was randomized to the choice of which exercise would be did first, anthropometric evaluation and the test of 1RM of exercise chosen were carried out, and after 72 hours performed four series of eight movements with 80% of 1RM (meeting 2), and every 24 hours did tests for the evaluation of recovery, until to 72 hours (3, 4 and 5 meetings) and for the second exercise the entire procedure was repeated (6 to 10 meetings). During the 2 and 7 meetings were captured electromyographic sings (EMG) of muscle which Vastus lateralis (VL), Rectus Femoris (RF) and Vastus medialis (VM) and measure the execution speed of the movements, to the meetings of 3 to 5 and 8 to 10, were collect total quality recovery scale measures (TRQ), delayed onset muscle soreness (DOMS), maximum isometric voluntary contraction, (MIVC), EMG of the VL during the MIVC and a counter movement jump (CMJ). There was no difference in the EMG between the two exercises ( $p > 0.05$ ), however, the RF features a large effect size (1.07), suggesting greater participation on implementation of TM than in HS, finding no difference also between the power generated in the TM and HS ( $p > 0.05$ ). When compared to TM recovery with the HS did not find a difference to any of the variables ( $p > 0.05$ ). Thus, we conclude that both the TM, as HS are good exercises to develop the power, and in this protocol type recover quickly. The TM presents a certain advantage when compared with the HS due to absolute external loads are smaller than in the HS and submit internal responses alike. Qualitatively, the effect of the applied load seems to last longer in TM than in MA, but both happen on the same magnitude, therefore, it is necessary that new studies be conducted in chronic way in order to understand the possible effects.

**Keywords:** *Tirante Musculador*<sup>®</sup>, Power Output, Recovery, Resisted Exercise.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
OBJETIVOS .....	4
ARTIGO 1 – CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E DA RECUPERAÇÃO EM UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA RÁPIDA UTILIZANDO O TIRANTE MUSCULADOR® .....	6
INTRODUÇÃO .....	6
METODOLOGIA .....	10
Caracterização .....	10
Sessão Experimental .....	11
Recuperação .....	12
Estatística .....	14
RESULTADOS .....	15
Sessão Experimental .....	15
Recuperação .....	16
DISCUSSÃO .....	19
CONCLUSÃO .....	26
Artigo 2 – MEIO AGACHAMENTO E TIRANTE MUSCULADOR®: UMA SESSÃO DE TREINAMENTO À 80% DO 1RM .....	27
INTRODUÇÃO .....	27
METODOLOGIA .....	32
RESULTADOS .....	34
DISCUSSÃO .....	38
CONCLUSÃO .....	41
Artigo 3 – RECUPERAÇÃO DE UMA SESSÃO EXPERIMENTAL NO TIRANTE MUSCULADOR® E MEIO AGACHAMENTO .....	41
INTRODUÇÃO .....	41
METODOLOGIA .....	44

RESULTADOS.....	48
DISCUSSÃO .....	53
CONCLUSÃO .....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58
APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICES.....	66
APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	66
APÊNDICE 2 – Termo de Assentimento .....	71
ANEXOS .....	73
ANEXO 1 – OMNI Escala de Percepção Subjetiva para Exercícios Resistidos .....	73
ANEXO 2 – Escala de Qualidade Total de Recuperação .....	74
ANEXO 3 – Escala Visual Analógica de Dor.....	75

## INTRODUÇÃO GERAL

No desporto de rendimento, o treinamento objetiva alcançar a máxima capacidade funcional do atleta para o desempenho ótimo durante a prática esportiva (WEINECK, 2005), sendo assim, lança-se mão de diferentes estratégias nesta busca, tais como a variação dos métodos de treinamento que muitas vezes são aplicados empiricamente na tentativa de desenvolver as diversas capacidades físicas, como por exemplo, a resistência, velocidade, flexibilidade, agilidade, descontração, força. E para que haja adaptação ótima ao estímulo aplicado, devem ser utilizados diferentes meios de treinamento bem descritos e caracterizados na literatura, empregando então, variação dos estímulos a fim de evitar a estagnação do nível de aptidão e garantir recuperação adequada para os praticantes (BARA FILHO *et al.*, 2013).

Atualmente, já são conhecidos diversos equipamentos para o treinamento de força que encontraram resultados similares ou até melhores que os de uso convencional, utilizando muitas vezes equipamentos de fácil aplicação e baixo custo, tais como cintas (RODRÍGUEZ, 2011) e fitas de suspensão (SPARKES; BEHM, 2010; TOMLJANOVIC *et al.*, 2011), unidades desestabilizadoras (MANSO *et al.*, 2002), exercícios com o peso do corpo objetivando estimular de forma específica às diferentes qualidades da força dos atletas (MICHÁN; PEÑA; HEREDIA, 2014).

Para a manutenção e desenvolvimento da força muscular, é necessária à utilização de métodos de treinamento de força (sistematização entre séries e repetições, tipos de exercícios e ações musculares) (FLECK; KRAEMER, 1999). Uma destas possibilidades é a utilização de exercícios com ênfase nas ações excêntricas, que provocam adaptações interessantes, tais como incremento na produção de força (COLLIANDER; TESCH, 1990; DUDLEY *et al.*, 1991; HATHER *et al.*, 1991) e até ganhos em hipertrofia (FARTHING; CHILIBECK, 2003; SOUZA-TEIXEIRA, 2012). Porém, há de se ter atenção à recuperação destes tipos de estímulos para melhor administração das cargas de treinamento, devido à diminuição dos reflexos neurais, capacidade de

produção de força em sessões agudas, alterações do estado de repouso e ainda dor muscular de início tardio (DMIT) (SOUZA-TEIXEIRA, 2012).

Nesse sentido, alguns grupamentos musculares são de suma importância durante a prática esportiva, tais como o quadríceps femoral, que em vários esportes, coletivos e individuais apresenta participação determinante no desempenho, devido ao fato de estar presente no desenvolvimento de ações motoras básicas tanto de manipulação, quanto de locomoção (WEINECK, 1990). Segundo o mesmo autor, para o atletismo não é diferente, pois é um esporte composto por habilidades como corridas em altas e baixas velocidades, marcha, saltos, lançamentos e arremessos (SCHMOLINSKY, 1982), tendo todas estas um ponto em comum, a extensão vigorosa do quadríceps femoral.

Para este grupamento muscular muitos exercícios foram desenvolvidos e permitem diferentes resultados de acordo com os objetivos, por exemplo, *leg press* é um exercício geralmente utilizado com a finalidade de desenvolver a potência dos maiores músculos do membro inferior devido à sua similaridade com gestos técnicos de alguns esportes (ESCAMILLA *et al.*, 2001), a cadeira extensora, que apresenta isolamento desta musculatura (FEHR *et al.*, 2006), o meio agachamento, que segundo Sargentim (2010), vem sendo recomendado para trabalhos de força máxima devido à sua possibilidade de se opor à altas cargas com segurança, sendo talvez um dos exercícios mais utilizados.

Um dos equipamentos atuais utilizados para o desenvolvimento da força é o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) que foi patenteado por Hans Ruf Giménez em Barcelona no ano de 2001, e foi desenvolvido para aprimorar a força do quadríceps, isquiotibiais, glúteo e eretores da espinha de forma excêntrica (GIMÉNEZ, 2001).

Conforme supracitado, diversos são os exercícios usados para estimular o quadríceps femoral, cada um apresentando prós e contras, encontrando no TM possíveis benefícios, tais como estabilização da tíbia sob o fêmur que melhora a congruência articular para a patela e evita, por exemplo, desgaste por compressão em flexões profundas (angulações maiores do que 45°) como acontece no agachamento completo, além da posição anteriorizada que estabiliza a tíbia, que reduz a possibilidade de gerar uma tendinopatia patelar, que em geral é causada por pronação excessiva dos pés, tíbia

em posição de varismo e anteversão do fêmur (MEDINA, 2012). Diferentemente de atividades em cadeia cinética aberta, como a cadeira extensora, a qual devido ao isolamento do quadríceps femoral apresenta maiores forças de compressão femoropatelaes (LAM; NG, 2001).

De fato, estudos prévios têm demonstrado que o TM se equivale ao Meio Agachamento (MA) quando analisaram eletromiografia de superfície do vasto lateral do quadríceps femoral com cargas relativas à Máxima Contração Voluntária (1RM) (DA SILVA et al., 2004, 2005), da seguinte maneira:

- Sem carga no TM equivale à 50% 1RM no MA;
- 10 kg no TM equivale à 60% 1RM no MA;
- 20 kg no TM equivale à 70% 1RM no MA.

De acordo com nosso estudo anterior pequenas alterações na carga externa utilizada na execução do TM podem gerar grandes alterações na carga interna em uma sessão aguda com jovens atletas (DOMINGOS, 2015).

Ademais dos benefícios já descritos na literatura sobre a aplicação do TM, deve-se levar em consideração que este é um acessório bastante acessível devido ao seu baixo custo para aquisição e manutenção, e este fator é muito considerado por grande parte das instituições que trabalham com o desporto de base, por não possuírem grandes recursos financeiros para, por exemplo, adquirir uma sala de musculação por conta do valor financeiro para aquisição destes equipamentos, então, o TM pode ser uma alternativa de baixo custo, além da segurança do praticante durante o treinamento e praticidade da utilização do TM no atletismo por exemplo, pois permite a aplicação para bastantes atletas simultaneamente e na própria pista de atletismo, o que facilita para o treinador realizar combinações do TM com atividades específicas para os praticantes.

Conforme supracitado há a necessidade de ampliar o conhecimento acerca da aplicação prática do *Tirante Musculador*<sup>®</sup>, inclusive sobre as respostas agudas referentes ao treinamento, e especialmente no tocante à recuperação. Sendo assim, é preciso compreender o comportamento da ativação eletromiográfica e da potência produzida durante uma sessão de treinamento com o TM, além das respostas de variáveis durante

a recuperação, tais como as variáveis psicométricas (escala de recuperação e de percepção de dor muscular tardia), de desempenho (capacidade de saltos e contração voluntária isométrica máxima), além da eletromiografia de superfície do vasto lateral durante a CVIM.

Acreditava-se, portanto, que para cargas externas relativas ao máximo individual de cada exercício, as respostas internas na execução do *Tirante Musculador*<sup>®</sup> seriam mais elevadas que no Meio Agachamento guiado e o processo de recuperação do TM mais lento em resposta à sessão aguda do que no MA.

## OBJETIVOS

Para tanto, o presente estudo se divide em três trabalhos, com os seguintes objetivos:

1. Descrever uma sessão de treinamento e sua respectiva recuperação utilizando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> com 80% da carga de uma repetição máxima (1RM).
  - 1.1. Verificar a predominância EMG de um grupamento sobre outro na execução do TM;
  - 1.2. Acompanhar a recuperação de uma sessão através de escala de recuperação (QTR) e de dor muscular (DMIT), de desempenho (CVIM e SCM) e fisiológica (EMG) num período de 72h.
2. Comparar uma sessão de treinamento no exercício de Meio Agachamento guiado (MA) com uma sessão no *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) utilizando 80% da carga de uma repetição máxima (1RM).
  - 2.1. Comparar o desempenho da força máxima entre os dois exercícios através do teste de 1RM;
  - 2.2. Comparar o padrão de recrutamento das unidades motoras (UM) através da ativação EMG do quadríceps femoral entre o TM e o MA;
  - 2.3. Comparar a velocidade de execução das séries entre o TM e o MA.

3. Descrever e comparar a recuperação após uma sessão de treinamento utilizando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) e o Meio Agachamento guiado (MA) com a carga de 80% de uma repetição máxima (1RM) de cada exercício.
  - 3.1. Comparar a recuperação de uma sessão através de escalas de recuperação (QTR) e de dor muscular (DMIT), de desempenho (CVIM e SCM) e fisiológica (EMG) num período de 72h entre o TM e o MA.

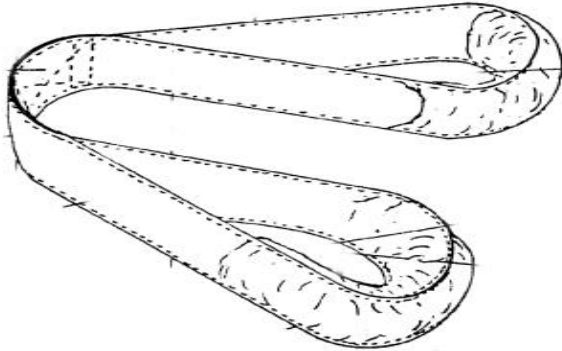
## **ARTIGO 1 – CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E DA RECUPERAÇÃO EM UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA RÁPIDA UTILIZANDO O *TIRANTE MUSCULADOR*<sup>®</sup>**

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente já são conhecidos diversos equipamentos para o treinamento de força, tais como cintas (RODRÍGUEZ, 2011) e fitas de suspensão (SPARKES; BEHM, 2010; TOMLJANOVIC *et al.*, 2011), unidades desestabilizadoras (MANSO *et al.*, 2002), exercícios com o peso do corpo objetivando estimular de forma específica a força dos atletas (MICHÁN; PEÑA; HEREDIA, 2014), encontrando resultados similares ou até melhores que os encontrados com a utilização de equipamentos convencionais. Em meio à estas opções, há o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) que é uma alternativa ao exercício de meio agachamento (MICHÁN; PEÑA; HEREDIA, 2014). Este foi elaborado a partir da experiência do treinador de atletismo Hans Ruf do Centro de Alto Rendimento de Sant Cugat, no final dos anos 80, quando esteve na antiga União Soviética. É constituído de uma tira de material flexível que se desdobra formando dois círculos de tecido para a colocação das pernas ou cabeça. Esta banda possui uma estrutura central com costura reforçada que se deve apoiar em uma haste vertical do lado contrário de onde se posiciona o praticante e o compartimento onde se posiciona o corpo é revestido de um acolchoado nas zonas de contato figura 1 (GIMÉNEZ, 2001).

Figura 1 - *Tirante Musculador*<sup>®</sup>





Fonte: Giménez (2001)

De fato, estudos anteriores têm demonstrado efeitos positivos com a sua utilização. Em estudo acerca do TM, Manso *et al.* (2002) demonstraram que em 18 sessões (três vezes por semana) de treinamento isométrico variando angulações das articulações envolvidas e as pausas no decorrer do programa, partindo de 12 repetições (180 segundos de trabalho no total) e chegando à 18 repetições (540 segundos de trabalho no total) com o TM parece ser um ótimo estímulo para desenvolvimento da força máxima após seis semanas de treinamento (incremento de  $63,51 \pm 27,20$  kg no teste de 1RM;  $p < 0,03$ ), e da força explosiva (incremento de 1,64cm no salto com agachamento;  $p < 0,008$ ) após seis semanas de treinamento e quatro semanas de destreinamento, aparentemente por um efeito de recuperação nas últimas quatro semanas.

Já nos estudos de da Silva *et al.* (2004, 2005) foram observados ainda que em duas semanas com quatro sessões de familiarização utilizando o TM e o MA entre seis e dez repetições, sem carga externa com até 20kg de carga extra no TM e entre 50 e 70% do 1RM no MA, com velocidade de execução controlada para um segundo para a fase concêntrica e um para a excêntrica, são suficientes para aumentar a carga externa no teste de 1RM no MA, ou seja, força máxima novamente (aumento de 50,31%;  $p < 0,05$  (2004); 43,75%;  $p < 0,05$  (2005)), ressaltado pelos autores que os participantes não praticavam treinamento com pesos podendo ter sofrido influência do efeito de aprendizagem.

Rodríguez (2011) mostrou que administrando a velocidade de execução entre média e rápida-explosiva, durante um período de 12 semanas (três sessões por semana com duração entre 15 e 25 minutos) com intensidade entre 60 e 90% pela escala de Borg, é possível encontrar incrementos na potência usando o TM com mulheres jogadoras de voleibol (incremento na altura do salto com contra movimento (SCM) de 27,81 para 33,0cm;  $p=0,001$ ), o que não ocorreu para o grupo controle que treinou com um método pliométrico (de 25,92 para 29,48cm na altura do SCM;  $p=0,155$ ), sendo assim, o SCM se mostrou capaz de identificar às alterações ocasionadas pelo treinamento com o TM cronicamente.

Em nosso estudo prévio para descrição do TM em jovens atletas praticantes de atletismo utilizando cargas relativas ao peso corporal (sem peso, 15 e 30% do peso corporal) encontramos alteração do padrão de recrutamento das unidades motoras com pequenos incrementos da carga externa através da EMG de superfície, no qual o grupo sem peso apresentou predominância do Vasto Medial, e quando adicionada carga de apenas 15% do peso corporal como carga externa o Vasto Lateral já se tornou predominante, que pode ter acontecido devido à composição de fibras musculares destes grupamentos, pois no VM há maior presença de fibras tipo I e no VL maior presença das do tipo II e essa alteração aconteceria devido ao limiar de excitabilidade das fibras, pois as fibras tipo I se ativam com um limiar mais baixo que as do tipo II, o que o levou a acreditar que aconteceriam grandes alterações nas respostas internas, quando pequenas alterações na carga externa fossem realizadas. Ainda encontraram diferentes padrões na eletromiografia realizando séries de repetições até a fadiga voluntária, justificando a cessação da atividade com cargas distintas por motivos diferentes (DOMINGOS, 2015).

Com a utilização do TM há uma exigência predominante da fase excêntrica do movimento (GIMÉNEZ, 2001), produzindo, assim, uma hipertrofia sarcomérica em série, na qual os sarcômeros se desenvolvem no sentido longitudinal das fibras, ao invés de uma hipertrofia sarcomérica em paralelo, na qual aumenta o número total de sarcômeros transversalmente, aumentando, então, a área de secção transversa funcional do músculo (SCHOENFELD, 2010), o que diminuiria o risco de lesões músculo-tendíneas, que

corroborar os estudos descritivos da literatura sobre treinamento excêntrico (MEDINA, 2012). Se tratando da recuperação de exercício excêntrico, De Souza (2017) realizou um experimento utilizando suplementação de *Ginseng Panax* para analisar a recuperação de jovens atletas induzidos ao dano muscular com a utilização do TM, e encontrou redução significativa na contração voluntária isométrica máxima (CVIM) do grupo placebo imediatamente após a sessão experimental, que foi composta pela execução de quatro séries até a falha concêntrica utilizando 70% do 1RM com dois minutos entre elas. Ainda sobre exercício excêntrico é necessário se ater à sua recuperação tendo em vista que a literatura reporta aumento de substâncias pró-inflamatórias que conseqüentemente geram aumento da dor muscular de início tardio (DMIT) (BLACK; DOBSON, 2013), redução da capacidade funcional no desempenho de força máxima (BYRNE; ESTON, 2002b; CLARKSON; HUBAL, 2002), exercícios de força, agudamente, prejudicam a capacidade de saltos (BYRNE; ESTON, 2002a), alterando o estado de recuperação de maneira global, que em geral demora em torno de 96h para o retorno aos níveis basais (KIM; LEE, 2015).

Ademais dos benefícios demonstrados pela literatura sobre a aplicação do TM, há ainda fatores como a segurança do praticante durante o treinamento, a praticidade da utilização do TM no atletismo, tendo em vista que permite à aplicação para bastantes atletas simultaneamente e na própria pista de atletismo, o que facilita para o treinador realizar combinações do TM com atividades específicas para os atletas, além deste ser um acessório bastante acessível devido ao seu baixo custo para aquisição e manutenção, e ainda possuir possibilidades de variações de utilização que podem complementar as sessões de treinamento não necessitando de uma sala de musculação, por exemplo.

Para tanto, com cargas elevadas e relativas ao 1RM no exercício dinâmico não são de nosso conhecimento estudos que caracterizem o TM tanto na sua aplicação, quanto para a recuperação após o estímulo, sendo assim, o objetivo deste trabalho foi descrever uma sessão de treinamento e sua respectiva recuperação utilizando o *Tirante Musculador*® com 80% da carga de uma repetição máxima (1RM).

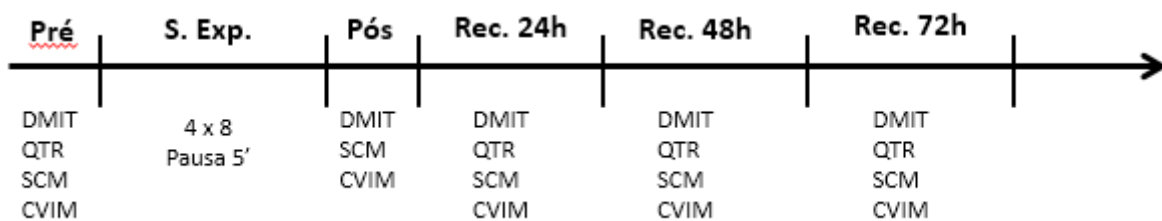
## METODOLOGIA

### Caracterização

Amostra foi composta por 19 participantes, de ambos sexos (10 do feminino e 9 do masculino), com média  $\pm$  desvio padrão de idade de  $17,4 \pm 1,5$  anos ( $58,7 \pm 9,2$  kg de massa corporal;  $170,1 \pm 9,1$  cm de estatura;  $35,1 \pm 11,5$  mm no somatório de dobras cutâneas;  $119,7 \pm 25,5$  kg no teste de 1RM). Para serem incluídos na amostra os mesmos deveriam ser atletas de atletismo e terem experiência em treinamento de força de no mínimo seis meses na execução do meio agachamento no TM e não estarem lesionados.

Os testes foram realizados em cinco encontros. No encontro 1 foram realizadas a avaliação antropométrica para caracterização da amostra e o teste de 1RM no *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (BROWN; WEIR, 2001) para obter a carga relativa ao máximo que seria aplicada na sessão experimental. Após 72h, aconteceu a sessão experimental (encontro 2), e a cada 24h foram realizados testes para a avaliação da recuperação, até 72h (encontros 3, 4 e 5). Para minimizar as interferências do treinamento na obtenção dos dados, em nenhum momento das coletas os avaliados continuaram treinando, sendo assim, após o teste de 1RM todos estavam liberados do treinamento até terminarem a última avaliação da recuperação, que foi 72h após a sessão experimental.

Figura 2 - Desenho metodológico da coleta.



DMIT: escala de dor muscular de início tardio; QTR: escala da qualidade total da recuperação; SCM: altura do salto com contra movimento; CVIM: contração voluntária isométrica máxima.

Este estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisas com Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) sob o número de protocolo

44602715.0.0000.5148. Os avaliados maiores de 18 anos, assim como os responsáveis dos avaliados de menor idade receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – apêndice 1), e os menores de 18 anos de idade assinaram o Termo de Assentimento (apêndice 2).

### **Sessão Experimental**

Na sessão experimental (encontro 2), os participantes realizaram 4 séries de 8 repetições com 80% do 1RM, que segundo McDonagh e Davies (1984) *apud* Bosco (2007) seriam possíveis em torno de seis movimentos, sendo este treino relacionado à força rápida, cargas altas e tentativas de se opor à elas na maior velocidade possível (FLECK; KRAEMER, 1999). Durante a execução, os participantes deveriam realizar as repetições o mais rápido possível na fase concêntrica e realizar a fase excêntrica controlando o movimento, respeitando a técnica de execução do movimento, 90° para todas as articulações envolvidas, quadril, joelhos e tornozelos.

### **Eletromiografia de Superfície (EMG)**

À cada série foi coletado o sinal eletromiográfico de superfície das partições do quadríceps femoral (reto femoral, vastos lateral e medial), com os eletrodos posicionados paralelamente ao sentido das fibras musculares (MERLETTI, 1999). Para isto, foi utilizado um eletromiógrafo Miotool, modelo 400 da Miotec®, com eletrodos bipolares, devendo ser todos os quatro canais do aparelho calibrados e ajustados antes do início da coleta, usando um sensor SDS500 com ganho de 1000 e frequência de amostragem de 2000Hz, e posteriormente o sinal foi submetido à um filtro passa-banda em 20Hz e 500Hz online. E então, foram adotados os valores médios fornecidos em *root mean square* (RMS), do sinal limpo e filtrado da aquisição. Afim de realizar a normalização dos dados foi realizada antes do protocolo experimental uma contração voluntária isométrica máxima (CVIM) com aquisição do sinal EMG dos mesmos grupamentos do quadríceps, a qual vem sendo usada constantemente com essa finalidade (KURIKI et al., 2012),

devido ao fato de apresentar correlação significativa com desempenho inclusive em exercício dinâmico ( $r=0,575$ ;  $p<0,05$ ) (BAKER; WILSON; CARLYON, 1994).

### **Potência e Velocidade de execução**

Durante o encontro 2, também, foi medida a velocidade de execução do movimento através da utilização do aparelho *Peak Power*, da marca CEFISE® que mede a velocidade de deslocamento de qualquer corpo numa amplitude de até 2,5m e para isto, o instrumento foi posicionado perpendicular à barra durante a execução das séries, medindo a velocidade de deslocamento linear, e a partir do software *Peak Power 4.0* foi calculada a potência relativa das séries.

### **Recuperação**

Para avaliar o comportamento da recuperação após a sessão experimental foram realizadas avaliações pontuais para descrição do efeito da carga do exercício imediatamente após a sessão experimental, e posteriormente a cada 24 horas até que se chegasse a 72h. Para analisar os dados, exceto os valores de escalas, todos os valores foram transformados em percentuais, adotando as medidas pré sessão experimental como 100% devido ao fato das variáveis sofrerem influência da individualidade biológica.

### **Escala de Qualidade Total de Recuperação (QTR)**

Por meio da escala de Qualidade Total de Recuperação (QTR) (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998) foi avaliada a recuperação dos atletas previamente aos demais testes. A QTR era apresentada ao atleta que deveria responder à seguinte pergunta: “*Como você se sente em relação à sua recuperação?*”, devendo apontar para um valor após tê-lo associado aos seu descritor (anexo 2).

### **Escala visual-analógica de Dor Muscular de Início Tardio (DMIT)**

Para avaliar a dor muscular de início tardio (DMIT) foi utilizada a escala visual-analógica proposta por Price *et al.* (1983), a qual era apresentada ao avaliado seguida da seguinte pergunta: “De 0 a 10, onde 0 é sem dor nenhuma e 10 a pior dor possível que já sentiu. Qual valor representa a dor que está sentindo na parte da frente da coxa?” (anexo 3).

### **Salto com Contra Movimento (SCM)**

Para avaliar a potência de membros inferiores foi realizado um salto com contra movimento (SCM), no qual o atleta partia de uma posição vertical com os pés paralelos, em distância confortável entre eles, sem flexionar os joelhos e com as mãos na cintura baixa. A partir da autorização do avaliador, ele flexionava os joelhos em 90° e logo após estendiam rapidamente para a execução de um salto de maior altura possível, sem retirar as mãos da cintura.

O SCM é uma medida bastante utilizada para identificar diminuição do desempenho após sessões de treinamento de força (BYRNE; ESTON, 2002a), e também se mostra sensível às alterações ocasionadas pelo treinamento com o TM em jogadoras de voleibol universitário, como encontradas por Rodríguez (2011).

### **Contração Voluntária Isométrica Máxima (CVIM)**

Neste estudo, para a avaliação da força máxima gerada na CVIM foi utilizado o valor pico encontrado durante 5 segundos de contração, por meio de uma célula de carga de capacidade de 500kgF da marca Miotec®, com frequência de 2000Hz. O avaliado se posicionava sob uma barra amarrada por correntes, que eram ajustadas de acordo com sua estatura, e permanecia com as articulações de quadril, joelho e tornozelo em 90°, então, era orientado a realizar a maior força possível para empurrar a barra para cima (extensão destas articulações) até que fosse dado o comando para encerrar a atividade. De acordo com a literatura, a CVIM apresenta coeficientes de correlação intra-classe significativos, sendo então uma medida reprodutível (REINKING *et al.*, 1996; SCIASCIA;

UHL, 2015). De acordo com Marcora; Bosio (2007), após uma sessão de exercício excêntrico, a CVIM é diminuída em aproximadamente 12%, resultados que corroboram o estudo de Byrne e Eston (2002b).

Já a ativação eletromiográfica do vasto lateral do quadríceps femoral durante a CVIM (CVIMVL) foi coletada conforme descrito no item Eletromiografia de Superfície (EMG), e foi utilizado o valor médio durante os cinco segundos da CVIM.

### **Relação entre EMG e CVIM**

Ainda na tentativa de avaliar a recuperação, foi calculada a variável resultante da razão entre ativação EMG do vasto lateral e CVIM, que encontra o valor da  $EMG \cdot KgF^{-1}$ . Variável esta que representaria a solicitação das unidades motoras para realizar o desempenho de força medido na CVIM.

### **Estatística**

Para o tratamento estatístico a distribuição dos dados foi analisada através do teste Shapiro-Wilk. Para verificar possíveis diferenças da EMG entre as quatro séries foi utilizada ANOVA de Friedman, assim como para a comparação da EMG entre os grupamentos da mesma série. Para a comparação da potência média entre as séries foi utilizado o teste ANOVA de Friedman, e para análise da velocidade concêntrica média entre as séries foi utilizado a ANOVA de medidas repetidas, sendo a esfericidade testada pelo teste de Mauchly.

Para a análise da recuperação por meio das variáveis ordinais (QTR e DMIT) foi utilizada ANOVA de Friedman e para as múltiplas comparações foi utilizado o teste de Wilcoxon com correção de Bonferroni. Já para as análises das demais variáveis (SCM, CVIM, EMG do VL,  $EMG \cdot KgF^{-1}$ ) foi realizado o teste ANOVA de Medidas Repetidas com análise de contraste simples, fixando a medida pré para a comparação, além ainda da esfericidade testada pelo teste de Mauchly, e quando não atendida foi utilizada correção do Épsilon de Huynh-Feldt. Para todas as análises foram utilizados valores de



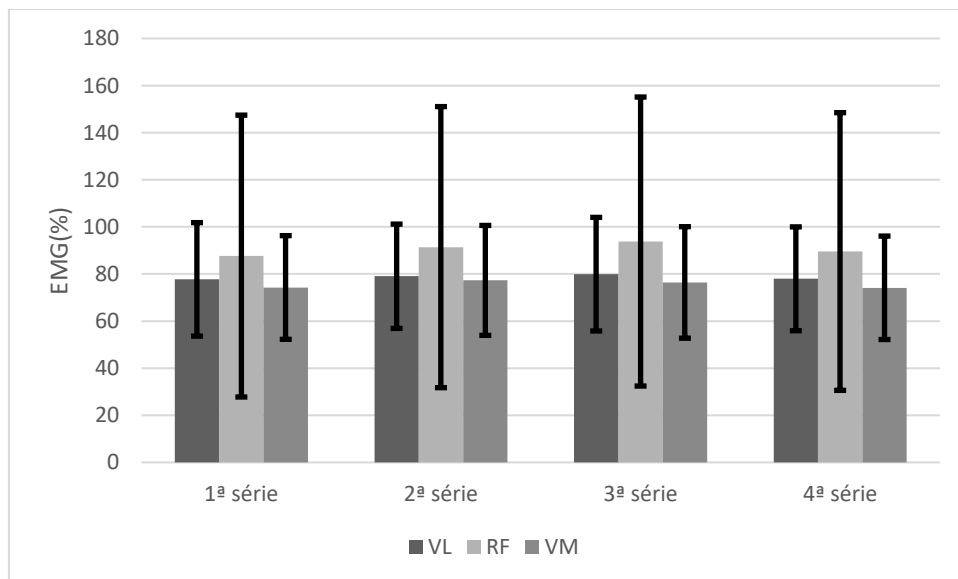
significância de 5% ( $p < 0,05$ ) calculados através do software estatístico SPSS (v.21, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## RESULTADOS

### Sessão Experimental

No primeiro momento, foram comparados os dados de ativação da EMG de todos os grupamentos entre as séries (p. ex.: VL entre as quatro séries, assim como o RF e o VM) e não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Em sequência, a ativação EMG dos grupamentos superficiais do quadríceps foi comparada tentando identificar predominância de algum grupamento, porém, não foi encontrada diferença significativa para a primeira série (VL=77,7 ± 24,0%; RF=87,6 ± 59,8%; VM=74,3 ± 22,0%;  $p=0,504$ ), e isso nos remete que todos os grupamentos são recrutados em mesma magnitude.

Gráfico 1 – valores percentuais da eletromiografia (%EMG) de cada série da sessão experimental.



VL: Vasto lateral; RF: Reto femoral; VM: Vasto medial.

Para a potência média das séries da sessão experimental não foi encontrada diferença significativa ( $p=0,061$ ), já para a velocidade média entre séries há diferença estatística ( $p=0,003$ ) entre a primeira e quarta série ( $p=0,033$ ), tendo a última maior velocidade.

Tabela 1 – Valores descritivos da Potência e da Velocidade das as séries.

	1ª série	2ª série	3ª série	4ª série
Potência ( $w \cdot kg^{-1}$ )	$5,3 \pm 1,7$	$5,4 \pm 1,4$	$5,9 \pm 1,5$	$6,1 \pm 1,7$
Velocidade ( $m \cdot s^{-1}$ )	$0,3 \pm 0,1^*$	$0,3 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$

\* diferença significativa entre a 1ª e a 4ª série ( $p=0,033$ ).

### Recuperação

Analisando a recuperação após a sessão experimental não encontramos diferenças significativas para as variáveis psicométricas QTR e DMIT em nenhum dos momentos. Para esta análise, deve-se levar em consideração o fator de correção proposto por Bonferroni para minimizar o erro tipo I que devido à quantidade de comparações pareadas feitas o superestimaria, sendo o nível de significância de 5% dividido pelo número de análises realizadas (QTR:  $p>0,016$  e DMIT:  $p>0,012$ ).

Tabela 2 – valores de recuperação das escalas psicométricas.

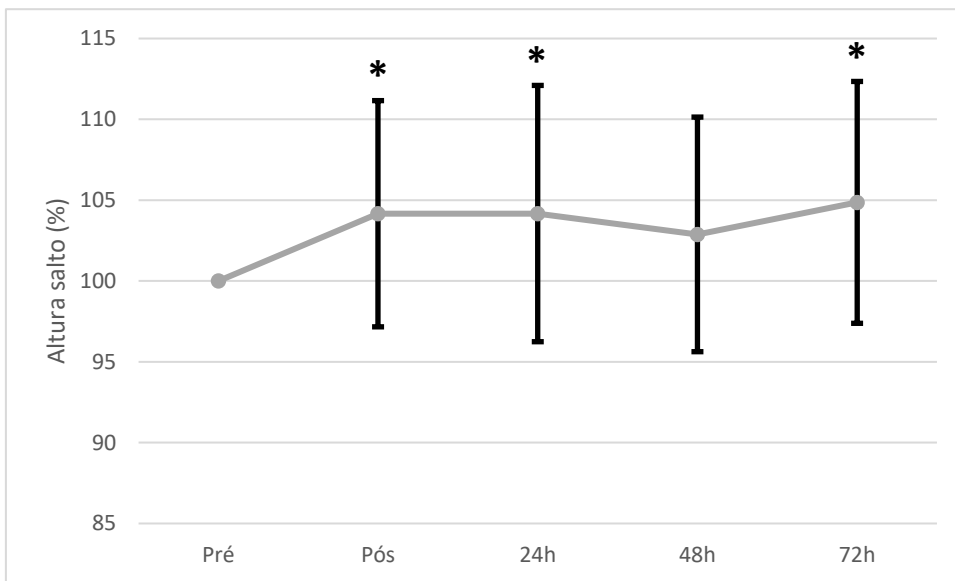
	Pré	Pós	24h	48h	72h
QTR	$17,5 \pm 2,2$	X	$16,4 \pm 2,0$	$16,9 \pm 2,3$	$17,8 \pm 1,9$
DMIT	$1,1 \pm 1,1$	$2,4 \pm 2,1$	$1,6 \pm 1,5$	$1,5 \pm 1,3$	$0,9 \pm 0,9$

QTR:  $p=0,026$ ; DMIT:  $p=0,028$ .

Com os valores normalizados foram encontradas diferenças significativas para todas as variáveis de desempenho e fisiológicas da recuperação SCM ( $p=0,015$ ), EMG do vasto lateral na CVIM (CVIMVL) ( $p<0,001$ ), Contração Voluntária Isométrica Máxima (CVIM) ( $p=0,014$ ) e sem a normalização para variável quociente  $EMG \cdot KgF^{-1}$  ( $p<0,001$ ).

Para o SCM, foram encontradas diferenças entre o momento pré e pós ( $104,2 \pm 7,0\%$ ;  $p=0,018$ ), pré e 24h ( $104,2 \pm 7,9\%$ ;  $p=0,034$ ) e pré e 72h ( $104,9 \pm 7,5\%$ ;  $p=0,011$ ), sendo todos maiores que os valores basais, sendo assim, esses dados apresentam uma possível potencialização da capacidade de saltos após o protocolo.

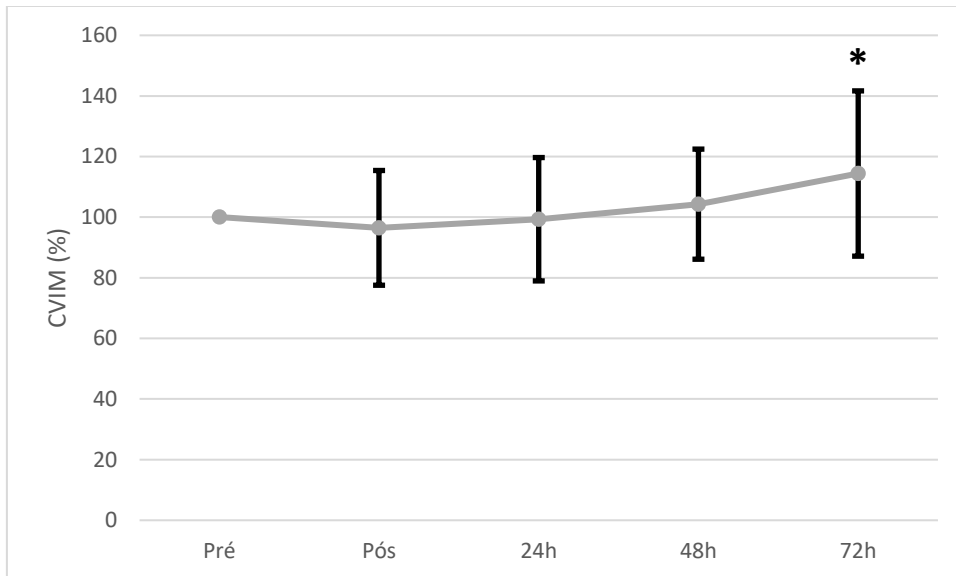
Gráfico 2 – Altura percentual do salto com contra movimento.



\* diferença estatística para o valor pré ( $p=0,018$ ;  $0,034$ ; e  $0,011$ , respectivamente).

Considerando a contração voluntária máxima isométrica (CVIM) somente o valor de 72h após apresenta diferença significativa ( $114,4 \pm 27,3\%$ ;  $p=0,033$ ), a qual apresenta valor superior ao valor do momento pré sessão experimental, e então, sugere uma possível supercompensação para esta variável 72h após a realização das quatro séries de oito.

Gráfico 3 – Contração voluntária máxima isométrica em valores percentuais.



\* diferença estatística para o valor pré ( $p=0,033$ ).

Para ativação eletromiográfica do vasto lateral durante a contração voluntária máxima isométrica, em todos os momentos ocorreram diferenças significativas para o momento pré, sendo somente o valor imediatamente pós sessão experimental menor que os valores basais, conforme tabela 3, esses dados mostram a presença da fadiga do sistema nervoso no momento imediatamente pós, porém, de 24h em diante os valores se apresentam aumentados em relação aos valores pré, o que sugere que o sistema nervoso está compensando o funcionamento de algum sistema que está fadigado tendo em vista que a CVIM se mantém estável conforme o gráfico 3.

Tabela 3 – Valores percentuais do RMS do Vasto Lateral durante a contração voluntária isométrica máxima.

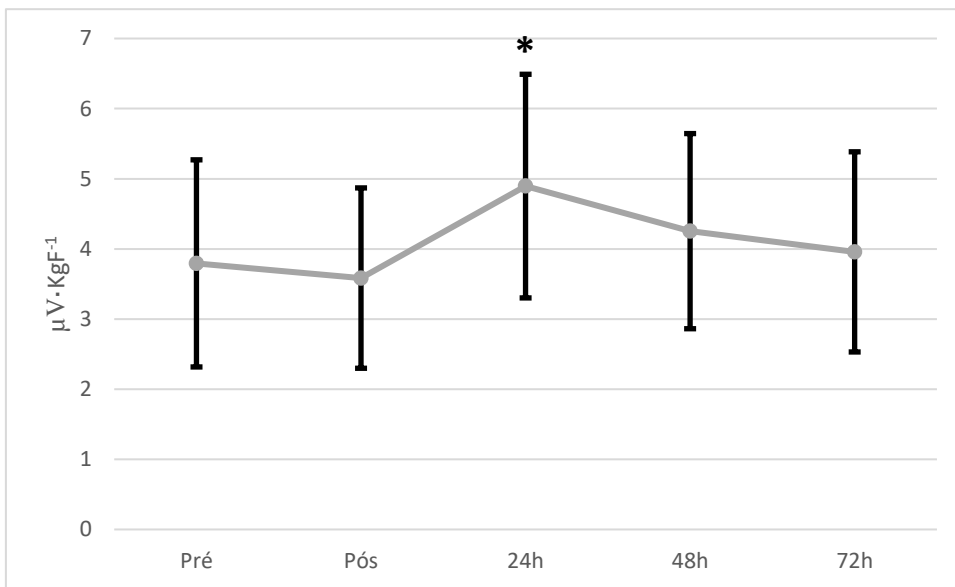
	Pós	24h	48h	72h
VL (% RMS)	91,5 ± 16,0*	132,4 ± 36,3*	119,9 ± 24,6*	119,8 ± 28,2*

\* diferença estatística para o valor pré ( $p=0,034$ ; 0,001; 0,002; e 0,007).

Na sequência, observamos que a variável  $EMG \cdot KgF^{-1}$  apresenta diferença significativa somente entre o valor de 24h após ( $p=0,001$ ) com o valor pré sessão experimental, o qual encontra necessidade de maior solitação de unidades motoras

para que realizem o mesmo desempenho na CVIM, conforme gráfico 4, e retorna aos valores basais no momento 48h após.

Gráfico 4 – Variável quociente entre ativação eletromiográfica do vasto lateral e a carga desempenhada na contração voluntária isométrica máxima.



\* diferença estatística para o valor pré (p=0,001).

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente trabalho foi descrever uma sessão de treinamento (quatro séries de oito movimentos, com pausa de cinco minutos entre elas) e sua respectiva recuperação utilizando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> com 80% da carga de uma repetição máxima ( $95,8 \pm 20,4$  kg). Para a EMG não foi encontrada diferença significativa entre os grupamentos (VL= $77,7 \pm 24,0\%$ ; RF= $87,6 \pm 59,8\%$ ; VM= $74,3 \pm 22,0\%$ ; p=0,504), além de todas as demais séries terem sido iguais entre elas (p>0,05). Já para a potência média entre séries não foi encontrada diferença significativa (p=0,061).

Analisando as variáveis psicométricas da recuperação, tanto a QTR (p=0,026), quanto a DMIT (p=0,028) não apresentam diferença estatística quando comparadas com os valores pré sessão experimental. Para as variáveis de desempenho e fisiológicas

foram encontradas diferenças significativas em todas SCM ( $p=0,015$ ), EMG do vasto lateral na CVIM (CVIMVL) ( $p<0,001$ ), Contração Voluntária Isométrica Máxima (CVIM) ( $p=0,014$ ) e para variável quociente  $EMG \cdot KgF^{-1}$  ( $p<0,001$ ).

Em um teste progressivo no exercício resistido com incrementos de 10 em 10% do 1RM com pausas de dois minutos entre as séries há uma tendência em incrementar a ativação eletromiográfica devido à alterações nos padrões de recrutamento para se opor às cargas crescentes do teste, apresentando então proporcionalidade entre a EMG e a força (CAMPOS *et al.*, 2017; DOMINGOS *et al.*, 2016), além disso, alguns autores apresentaram modelos na tentativa de identificar a origem da fadiga, e notaram que o sinal EMG se mantinha para atividades supramáximas de 30 segundos, mesmo com o desempenho diminuindo (HUNTER *et al.*, 2003), para atividades de intensidade auto-controlada e cíclica há sugestão de uma reserva do sistema nervoso para equilibrar a ativação EMG depois do surgimento da fadiga quando se deseja manter e/ou aumentar o desempenho (KAY *et al.*, 2001), além disso, Kay *et al.* (2000) sugeriram que o exercício excêntrico seja largamente mais resistente à fadiga do que o concêntrico e isométrico, que apresentam diferentes motivos para a fadiga, talvez pelo drive neural. No presente estudo os resultados entre as séries apresentam-se constantes devido ao tipo de trabalho empregado e não apresenta diferença na ativação EMG entre as séries, ou seja, não há alteração no padrão de recrutamento das UM, que segundo Hodson-Tole; Wakeling (2009) acontece das fibras lentas para as rápidas, em consequência da intensidade e velocidade de execução, ou seja, quanto maior a velocidade e a intensidade, maior a participação das fibras rápidas.

Diversos são os fatores que influenciam na captação do sinal EMG de um grupamento muscular para a mesma atividade em diferentes pessoas, tais como nível de treinamento, tipo de treinamento, idade do avaliado, características anatômicas, fisiológicas e bioquímicas da região da coleta, e por isto normalizamos os dados utilizando como 100% os valores obtidos em uma contração voluntária isométrica máxima (CVIM) pré sessão experimental (HALAKI; GI, 2012; LEHMAN; MCGILL, 1999). Conforme supracitado, existem diferentes estratégias do corpo para o recrutamento das

UM nas diferentes atividades, pois o SN buscará sempre a maneira mais econômica para a execução da tarefa proposta, para cargas altas e com necessidade de se opor em altas velocidades à elas, as primeiras fibras a serem recrutadas são as rápidas, porém, com contribuição das fibras lentas mais para o final da série, ou seja, recrutam-se quase todas as unidades motoras (UM) disponíveis para a atividade (BURKE; EDGERTON, 1975), além de ter uma dependência da composição do tipo de fibras no músculo, tendo em vista que parece haver um mecanismo regulador seletivo e interno no músculo onde determinam quais tipos de fibras serão recrutados para aquela necessidade (BOSCO, 2007; BOSCO; KOMI, 1979).

Quando comparada uma partição do quadríceps femoral com outra, não encontramos predominância na atividade EMG, e por isso, nosso estudo vai de encontro aos resultados apresentados em estudo prévio ainda não publicado, no qual os avaliados executaram 15 movimentos com o TM, somente com o peso do próprio corpo e apresentaram predominância do VM sobre os demais e com 30% do peso corporal, apresentou predominância do VL sobre o RF, o que nos remete novamente às diferentes estratégias de recrutamento para execução da atividade, encontrando que com cargas mais próximas da máxima o sujeito necessita de mais UM para suprir aquela atividade, e quando as forças não superam 20% da produção máxima predominam as fibras lentas (BURKE; EDGERTON, 1975) que em geral é predominante no VM (PIERRYNOWSKI; MORRISON, 1985).

Apoiando a hipótese de que a pausa entre as séries para este tipo de exercício foi quase completa, não encontramos diferença significativa para a potência entre as séries, ou seja, aparentemente houve tempo suficiente para recuperação dos sistemas para que pudessem manter a potência entre as séries, assim como o sinal EMG. Sendo notada diferença entre a primeira e a quarta série para a velocidade de execução, quando a última foi realizada em maior velocidade, esse fato é justificado por Kay *et al.* (2001), que sugerem um controlador no músculo para que as atividades não atinjam um nível inseguro para as estruturas, quando ele apresenta que na sexta e última série de *sprints* máximos em um trabalho cíclico que a potência volta à se equivaler aos valores do

primeiro *sprint*, assim como a ativação EMG, porém, devido à potência não ter apresentado diferença e as cargas serem constantes, logo a velocidade não se alterou o suficiente para alterar a potência, lembrando que os testes estatísticos consideram as médias para as análises, conforme a equação 1:

Equação 1 – Equação da potência calculada em watts no software do aparelho *Peak Power*.

$$P(W) = F(N) \cdot v(m \cdot s^{-1})$$

Em relação à recuperação obtida através da escala de qualidade total de recuperação – QTR não observamos alteração após a execução do TM, o que sugere que este tipo de exercício não gerou alterações globais no estado de recuperação dos avaliados. De acordo com Kenttä e Hassmén (1998), a QTR se apresenta como um bom método para identificação do estado de recuperação, devido ao fato de ser subjetiva e envolver processos similares à escala da percepção subjetiva de esforço (BORG, 1962) que é respondida envolvendo processos relacionados ao corpo como um todo, o que parece ser, também, eficiente para exercícios localizados.

Exercícios excêntricos têm apresentado bastantes benefícios para os praticantes tais como hipertrofia e incrementos de força (SCHOENFELD, 2010), usados na prevenção de lesões (MEDINA, 2012), na reabilitação de lesões e/ou patologias (CHULVI-MEDRANO, 2009), porém, sua recuperação quando aplicados em altas intensidades pode ser um fator prejudicial agudamente, devido apresentarem dor muscular de início tardio (BLACK; DOBSON, 2013), alteração nas enzimas que participam da produção de trabalho muscular, diminuição na capacidade funcional dos músculos até sua recuperação, aumento de substâncias pró-inflamatórias (BYRNE; ESTON, 2002a, 2002b; CLARKSON; HUBAL, 2002), fatores que podem prejudicar as próximas sessões de treinamento. O TM é um equipamento que segundo sua patente tem ênfase na fase excêntrica (GIMÉNEZ, 2001), sua recuperação com altas cargas deveria apresentar correlação com dano muscular até 96h após o exercício (KIM; LEE,



2015), o que não encontramos em nosso estudo, não tendo a DMIT se alterado em nenhum momento após a sessão experimental, talvez devido à organização da sessão experimental, com cargas submáximas e pausas completas.

O aparecimento da DMIT pode ocorrer depois de diferentes atividades, tais como exercícios prolongados e exercícios de altíssima intensidade, principalmente quando há ênfase na fase excêntrica de ambos (APPELL; SOARES; DUARTE, 1992), quando o músculo precisa gerar tensão ativa durante um alongamento parece haver ruptura mecânica dos elementos contráteis tanto nas fibras musculares, quanto no componente em série do tecido conjuntivo que acabam extravasando substâncias para o interstício, para as mitocôndrias e gerando por vezes pontos de necrose celular, ocasionando, por exemplo o aparecimento da DMIT, fato este que sugere que em nosso estudo o tipo de trabalho muscular não tenha sido suficiente para gerar alterações significativas nos componentes tensionais, não aparentando, então, característica excêntrica, porém, quando analisamos a ativação EMG durante a CVIM, encontramos uma diminuição da ativação EMG imediatamente após o exercício, o que sugere uma fadiga do sistema nervoso, mas periférica (HUNTER et al., 2003), pois não há alteração do desempenho na CVIM, e apenas uma redução da capacidade de recrutamento das unidades motoras do vasto lateral para realizar um trabalho máximo, que provavelmente estavam fadigadas, sendo assim, deve ter havido recrutamento de UM de outros grupamentos para que pudesse chegar à mesma carga da CVIM e compensar a fadiga ali instaurada.

Atualmente, uma das maneiras descritas para otimizar o desempenho de atividades de força máxima e/ou potência é através de potenciação pós-ativação (PPA), inclusive com a utilização de exercícios resistidos com cargas intermediárias/altas como meio de se preparar para alguma atividade que exija potência (WILSON *et al.*, 2013). Como a sessão experimental não incluía atividade de aquecimento, as quatro séries como pausas completas podem ter potencializado o desempenho de potência, medido pelo SCM, que imediatamente após a sessão experimental estava aumentada em relação ao salto feito previamente, o que não ocorreu com os valores da CVIM, não se mostrando, então, um método para potencializar valores de força máxima. Os valores aumentados

do SCM até as 72h da recuperação sugerem uma possível supercompensação do estímulo da sessão experimental, e se partirmos do pressuposto que para que haja uma adaptação crônica precisamos de várias alterações agudas, os resultados vão ao encontro de Rodríguez (2011), que após um período de 04 semanas de treinamentos utilizando o TM, administrando a velocidade de execução, conseguiu-se incremento na capacidade de salto SCM ( $27,81 \pm 5,07$  e  $33,0 \pm 6,53$  valores pré e pós, respectivamente) das atletas de voleibol, incrementos, inclusive maiores que o do grupo controle que treinou com pliometria ( $25,92 \pm 3,6$  e  $29,48 \pm 6,17$ , valores pré e pós, respectivamente).

Em muitos modelos de periodização de treinamento observamos a utilização de treinamentos de força máxima previamente aos treinamentos de potência, fato este que se justificaria pela relação comum entre estes, a alta ativação dos grupamentos recrutados (BOSCO, 2007; MORITANI; DEVRIES, 1980), o que sugere uma interação entre ambas qualidades da força muscular. E por isso, há a necessidade de discriminar as predominâncias da origem da força muscular nos diferentes tipos de sessões de treinamento de força, as quais podem ser miogênicas – que tem maior predominância metabólica, ou as ações neurogênicas – que tem maior predominância do sistema nervoso (SN), ou seja, frequência dos estímulos (BOSCO, 2007), e conforme supracitado, a possível PPA gerada pela sessão experimental não influenciou a força máxima, representada pela CVIM medida imediatamente após as quatro séries de oito movimentos, mas sim para o SCM, o que corrobora o Wilson *et al.* (2013), que sugerem que exercícios resistidos entre 60 e 84% do 1RM potencializem atividades de potência, que tem predominância neurogênica.

Em se tratando de ativação do sistema neuromuscular, temos a eletromiografia como variável fisiológica (CROZARA *et al.*, 2015), medida que permite avaliar as respostas internas durante a execução das atividades (DOMINGOS *et al.*, 2016), mesmo apresentando as informações mandadas pelo SN, a EMG mede os impulsos já na periferia, e então, a sua alteração parece ser devido à alterações periféricas. Para tanto, conseguimos verificar a resposta do SN na periferia posteriormente à sessão experimental em uma atividade de força máxima, a CVIM, e pudemos observar que

imediatamente após a sessão experimental havia uma fadiga do mesmo no grupamento analisado, e identifica um lacuna de nosso trabalho, pois há a possibilidade de terem sido ativados outros grupamentos para compensar o desempenho, já que a CVIM não se alterou, a diminuição dos valores da EMG do vasto lateral em relação aos valores basais indicam fadiga periférica (HUNTER et al., 2003; KAY et al., 2000, 2001).

Já nos dias subsequentes a frequência elétrica se apresentava aumentada, porém o desempenho da CVIM não se alterava, logo, parece ter havido fadiga do grupamento analisado, pois, para que pudessem executar a atividade na mesma intensidade foi solicitado recrutamento de mais unidades motoras do VL. Fato que sugere, possivelmente, o recrutamento de outras UM de outros grupamentos para compensar a fadiga do VL, o que vai de encontro aos resultados da variável razão entre a ativação EMG do vasto lateral e a CVIM, e os valores aparecem aumentados apenas na avaliação 24h após, sugerindo fadiga periférica e miogênica, o que poderíamos ter medido por meio de enzimas e/ou subprodutos da contração muscular, mas como não foi feito, fica apenas no campo da especulação.

Manso *et al.* (2002) apresentaram que a utilização do TM isométrico durante 06 semanas incrementou 3,87% a capacidade de salto no SJ, valores que se aproximam dos encontrados em nosso estudo, em torno de 4,9% no SCM com 72h de recuperação, e parece ser um bom estímulo para incremento dos saltos, pois para que haja adaptações crônicas são necessárias pequenas adaptações agudas. Os valores da EMG do VL durante a recuperação foram reportados acima dos valores basais, os da CVIM nos níveis basais (exceto nas 72h, que se apresentou maior que os valores iniciais), e o SCM aumentado durante a recuperação, sugere-se, então, que para as atividades de potência, tais como o SCM, altas ativações EMG parecem ser benéficas para o desempenho, fato que não ocorreu com as CVIM, qualidade máxima da força. Por isso, o exercício proposto com esta característica demonstra ser um estímulo satisfatório para o treinamento de potência.

Da Silva *et al.* (2004, 2005) apresentaram altas ativações EMG com os valores normalizados (%EMG) no vasto lateral de jovens praticantes de esportes (ao menos 3

vezes na semana) com cargas baixas quando comparadas com as cargas do nosso estudo, apresentando valores de 44,21, 54,98 e 66,02% sem carga externa, com 10 e 20kg adicionais de carga externa, respectivamente, já em nosso estudo, com carga de 80% de 1RM, valor quase que duas vezes o peso do corpo dos avaliados (média  $\pm$  desvio padrão de  $58,7 \pm 9,2$  kg de massa corporal e  $95,8 \pm 20,4$  kg de carga externa), encontramos valores percentuais de 77,7% para este grupamento, sugerindo assim, uma curva exponencial para a ativação EMG na execução do TM, encontrando com cargas baixas, altos valores na ativação EMG, e com carga alta valores mais próximos do máximo, sendo talvez, mesmo com cargas baixas o TM se mostra um ótimo método para potencializar a ação do sistema nervoso como em trabalhos de potência, devendo ser utilizadas cargas e velocidades de execução adequadas ao objetivo proposto para a sessão.

## **CONCLUSÃO**

Concluimos que a execução de 4 séries de 8 movimentos à 80% da carga máxima no TM, com pausa de 5 minutos entre as séries não apresenta predominância entre os grupamentos do quadríceps femoral, e que são ativados em mesma magnitude em todas as séries.

E em geral, as variáveis da recuperação apresentam potencialização após a sessão experimental e/ou retornam à níveis basais, o que apresenta os possíveis benefícios deste tipo de sessão nas variáveis de desempenho aqui estudadas utilizando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup>, que parece ser um bom equipamento para se desenvolver potência de atletas, não se apresentando com características de exercício excêntrico para este protocolo devido ao tempo de recuperação para as variáveis.

## Artigo 2 – MEIO AGACHAMENTO E *TIRANTE MUSCULADOR*<sup>®</sup>: UMA SESSÃO DE TREINAMENTO À 80% DO 1RM

### INTRODUÇÃO

Para o desempenho esportivo no atletismo é importante o treinamento do grupamento muscular quadríceps femoral devido à sua função de extensão da articulação do joelho (DE GRAAFF, 2003), sendo este movimento o responsável pela execução de habilidades como corridas em altas e baixas velocidades, marcha, saltos, lançamentos e arremessos, as quais apresentam um ponto em comum, uma vigorosa extensão do joelho (WEINECK, 1990).

Assim, bastantes exercícios são utilizados para o treinamento deste grupamento muscular, encontrando diferentes resultados de acordo com os objetivos, por exemplo, *leg press* é um exercício geralmente utilizado com o objetivo de desenvolver a potência dos maiores músculos do membro inferior devido à sua similaridade com gestos técnicos de alguns esportes (ESCAMILLA *et al.*, 2001), a cadeira extensora, por apresentar um isolamento do quadríceps femoral (FEHR *et al.*, 2006), o meio agachamento (MA) usualmente é recomendado em sessões de treinamento de força máxima devido a possibilidade de se opor à altas cargas com segurança, sendo talvez um dos exercícios mais utilizados (SARGENTIM, 2010).

Esse alto nível de aceitação da aplicação do MA por parte dos treinadores é facilmente justificado por ele ser um dos exercícios mais completos que se pode realizar para membros inferiores, envolvendo a ativação de músculos que atuam no quadril, coxa, perna, lombar, abdome além de outros que também podem ser ativados, porém de forma complementar (ALVES *et al.*, 2009; CAPPOZZO *et al.*, 1985; SOUSA *et al.*, 2007).

Figura 1 - Meio Agachamento.



Fonte: arquivo próprio.

Assim como muitos dos exercícios utilizados, o agachamento possui diferentes variações, e pode ser realizado em diferentes angulações, porém, como material de estudo o meio agachamento, com angulação de joelhos de 100-90 graus (Figura 1) tem sido mais frequentemente analisado que o agachamento completo ou profundo. Possivelmente por questões de segurança, já que, por exemplo, durante uma meia flexão do joelho são aumentadas as forças que ali atuam entre cinco e seis vezes, e em uma flexão profunda as forças são aumentadas em até 12 vezes, o que geraria estresse muito grande se exposto cronicamente (WEINECK, 1990), podendo, assim, ocasionar desgaste e/ou patologia no decorrer do tempo. Ademais da prevenção de desgastes, há uma associação positiva entre a angulação de execução no agachamento com a velocidade de execução, assim como para a ativação eletromiográfica (EMG), o qual para se desenvolver maiores velocidades de execução as angulações mais obtusas são mais eficientes, e para ativação de mais e maiores unidades motoras (UM) sugerem-se angulações mais agudas no joelho (BOSCO, 2007).

Em se tratando de potência e força rápida, a adaptação ao treinamento pode ocorrer já em oito semanas, tanto à nível morfológico quanto à desempenho (LAMAS *et*

al., 2007), porém há a necessidade de escolha do método adequado para a aplicação deste tipo de sessão de treinamento, devido à possibilidade de grandes sobrecargas externas a serem movidas em altas velocidades para desenvolvimento da força rápida, já para a potência, por vezes com impacto, pois os treinos de saltos explosivos, inclusive com cargas, são referenciados como efetivos para o desenvolvimento da potência (BOSCO, 2007; FLECK; KRAEMER, 1999) para que se consigam alcançar altos níveis de ativação elétrica dos grupamentos, podendo assim gerar lesões estruturais como articulares e na coluna vertebral.

Sabendo disso, uma alternativa para que se possa minimizar a possibilidade de lesões estruturais é a utilização do *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM), uma opção que se apresenta para substituir e/ou complementar o exercício de meio agachamento. O TM é constituído de uma tira de material flexível que se desdobra formando dois círculos de tecido para a colocação das pernas ou cabeça (figura 2). Esta banda possui uma estrutura central com costura reforçada onde se deve apoiar em uma haste vertical do lado contrário de onde se posiciona o praticante, o compartimento onde se posiciona o corpo é revestido de um acolchoado nas zonas de contato (GIMÉNEZ, 2001).

Figura 2 - *Tirante Musculador*<sup>®</sup>



Fonte: arquivo próprio.

Poucos são os estudos em que se utilizaram o TM como objeto de estudo, porém, já se tem descrito que com a utilização dele é possível estimular o desenvolvimento de diversas manifestações da força. Em estudo sobre o TM, Manso *et al.* (2002) demonstraram que em 18 semanas (três vezes por semana) utilizando treinamento isométrico variando a angulação das articulações e o tempo de estímulo, os avaliados apresentaram incrementos no desempenho de força, tais como na força explosiva, na reativa e máxima, além ainda da capacidade elástica. Já Rodríguez (2011) demonstrou melhoras significativas na capacidade de saltos (salto com contra movimento - SCM) após 12 semanas de treinamento administrando a velocidade de execução entre “média e rápida explosiva”, porém foi não medida e/ou controlada por equipamento, além de utilizar a intensidade entre 60 e 90% neste período (incremento na altura do SCM de 27,81 para 33,0cm;  $p=0,001$ ), resultado expressivo quando comparado com o grupo controle que treinou com o método pliométrico e apresentou incrementos menores que o grupo experimental com as mesmas características (de 25,92 para 29,48cm no SCM;  $p=0,155$ ).

Contudo, durante a sessão de treinamento de força é necessário ter conhecimento de quais partições do grupamento muscular são mais exigidas para otimizar o desempenho, sendo assim, em sessão experimental de nosso estudo prévio, relatamos que há alteração no padrão de recrutamento do quadríceps femoral com breves variações na carga externa utilizando o TM, no qual apresentou predominância da ativação EMG do Vasto Medial (VM) quando eram executadas 15 repetições sem peso extra como sobrecarga externa, e com carga de apenas 15% do peso corporal já apresentou predominância de ativação EMG do Vasto Lateral (VL) (DOMINGOS, 2015). Nos estudos de Da Silva *et al.* (2004, 2005), em ambos eles compararam a ativação EMG do TM com a do MA, e encontraram equivalência do vasto lateral com cargas externas bastantes diferentes, conforme tabela 1:

Tabela 1 – equivalência eletromiográfica do vasto lateral entre *Tirante Musculador*<sup>®</sup> e Meio Agachamento.



<i>Tirante Musculador</i> <sup>®</sup>	Meio Agachamento
0kg de carga externa	50% 1RM no MA
10kg de carga externa	60% 1RM no MA
20kg de carga externa	70% 1RM no MA

Fonte: Da Silva *et. al.* (2004, 2005).

Ainda sobre a ativação da EMG Fajardo e González de Suso em estudo não publicado (2001) apresentaram diferença no recrutamento do Reto Femoral (RF) quando compararam a execução do TM usando 20 kg de carga externa com a execução do MA usando 150 kg, diferença que consiste somente na ativação do RF durante a fase concêntrica, apresentando que no MA é significativamente menor que na mesma fase no TM, já as demais partições do quadríceps se equivalem em relação à ativação EMG, essa diferenciação do RF é sugerida pelos autores pelo provável posicionamento do tronco em relação à sobrecarga, tendo em vista que o RF possui função bi articular. Essa diferença na posição do corpo especulada pelos autores é descrita por Da Silva *et al.* (2005), que apresentam em uma análise cinemática que a linha de força da sobrecarga do corpo no TM e no MA se posicionam de maneiras distintas. No TM para uma mesma força, o momento é maior que no MA, portanto, para que possa equivaler a exigência dos dois exercícios é necessário aumentar a força (carga) do MA para comparar com o tamanho do momento no TM.

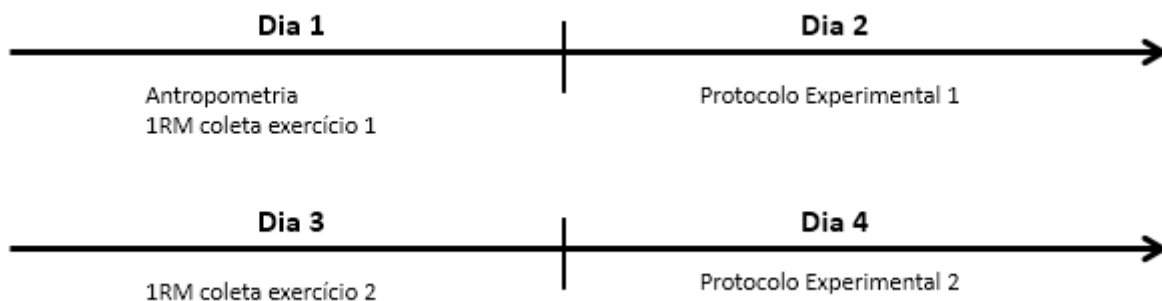
Acerca do TM, a literatura apresenta poucas referências, e mesmo assim, o que se tem reportado na literatura sugere benefícios com a sua aplicação, porém, com cargas relativas ao máximo individual ainda são desconhecidas as respostas do TM quando comparadas ao MA. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi comparar uma sessão de treinamento de força rápida no exercício de Meio Agachamento guiado (MA) com uma sessão no *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) utilizando 80% da carga de uma repetição máxima (1RM).

## METODOLOGIA

Amostra foi composta por 19 participantes, de ambos sexos (10 do feminino e 9 do masculino), com média  $\pm$  desvio padrão da idade de  $17,4 \pm 1,5$  anos ( $58,7 \pm 9,2$  kg de massa corporal;  $170,1 \pm 9,1$  cm de estatura;  $35,1 \pm 11,5$  mm no somatório de dobras cutâneas). Para serem incluídos na amostra os mesmos deveriam ser atletas de atletismo e terem experiência de no mínimo seis meses com treinamento de força no meio agachamento guiado e no meio agachamento no TM e não estarem lesionados.

Os procedimentos foram realizados em quatro encontros com intervalo de 72h entre eles. No encontro 1 foram realizadas a avaliação antropométrica para caracterização da amostra e o teste de 1RM do primeiro exercício (BROWN; WEIR, 2001), posteriormente aconteceu o protocolo experimental (encontro 2), na sequência foi realizado o encontro 3, no qual foi realizado o teste de 1RM do segundo exercício e no encontro 4 aconteceu a segunda sessão experimental (encontro 4), tendo a sequência dos exercícios determinada aleatoriamente.

Figura 3 – Sequências das avaliações.



Nas sessões experimentais, encontros 2 e 4, os participantes realizaram 4 séries de 08 repetições com 80% do 1RM, que segundo (MCDONAGH; DAVIES, 1984 *apud* BOSCO, 2007) seriam possíveis em torno de seis movimentos (80% 1RM – TM:  $95,8 \pm 20,4$  kg; MA:  $108,9 \pm 24,6$  kg), sendo este treino relacionado à força rápida, cargas altas e tentativas de se opor à elas na maior velocidade possível (FLECK; KRAEMER, 1999).

As execuções deveriam ser realizadas no menor tempo possível na fase concêntrica e realizar a fase excêntrica controlando o movimento, respeitando a técnica de execução do movimento, 90° para todas as articulações envolvidas, quadril, joelhos e tornozelos.

E em cada série foi coletado o sinal eletromiográfico das partições superficiais do quadríceps femoral (reto femoral, vastos lateral e medial), com os eletrodos posicionados paralelamente ao sentido das fibras musculares (MERLETTI, 1999). Para isto, foi utilizado um eletromiógrafo Miotool, modelo 400 da Miotec®, com eletrodos bipolares da 3M®, sendo todos os quatro canais do aparelho calibrados e ajustados antes do início da coleta, e usado um sensor SDS500 com ganho de 1000 e frequência de amostragem de 2000Hz, sendo, o sinal submetido à um filtro passa-banda em 20Hz e 500Hz online. Para as análises foram adotados os valores médios fornecidos em *root mean square* (RMS), do sinal limpo e filtrado da aquisição, e afim de realizar a normalização dos dados posteriormente foi realizada antes do protocolo experimental uma contração voluntária isométrica máxima com aquisição do sinal EMG dos mesmos grupamentos do quadríceps (HALAKI; GI, 2012; LEHMAN; MCGILL, 1999).

Durante as sessões experimentais, também, foi medida a velocidade de execução do movimento com a utilização do aparelho *Peak Power*, da marca CEFISE® que mede a velocidade de deslocamento de qualquer corpo numa amplitude de até 2,5m, o qual foi posicionado perpendicularmente à barra durante a execução das séries, medindo a velocidade de deslocamento linear a cada repetição.

Este estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisas com Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) sob o número de protocolo 44602715.0.0000.5148. Os avaliados maiores de 18 anos, assim como os responsáveis dos avaliados de menor idade receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – apêndice 1), e os menores de 18 anos de idade assinaram o Termo de Assentimento (apêndice 2).

## **Estatística**

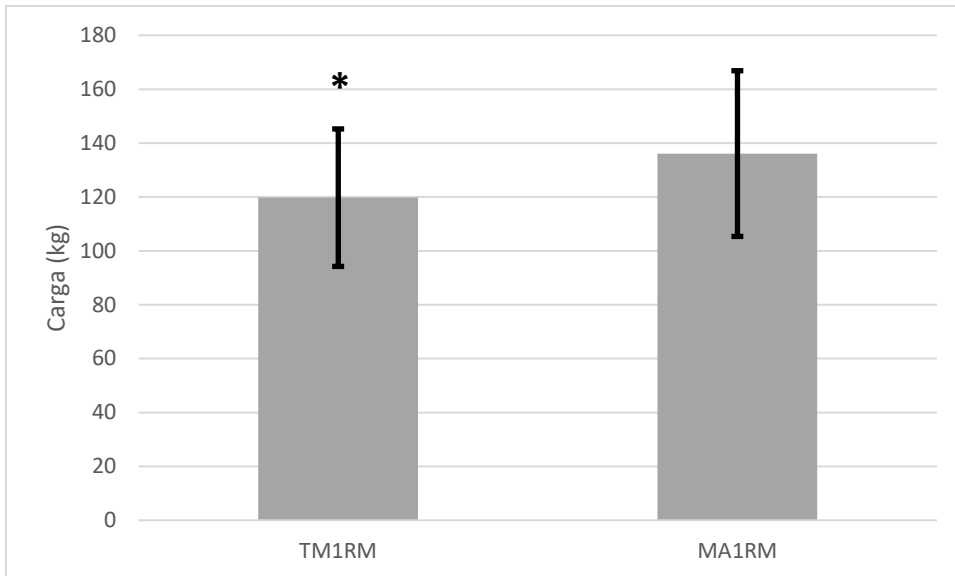
No primeiro momento foi realizada análise descritiva dos dados por meio de média e desvio padrão, posteriormente, foram realizados os seguintes testes: para verificação da distribuição dos dados o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Para a comparação das cargas no teste de 1RM foi utilizado o teste T pareado. Para comparação entre os valores basais do RMS da EMG dos dois exercícios durante a CVIM foi utilizado teste t pareado, e para comparação entre as séries do mesmo exercício foi utilizada ANOVA de Friedman. Sendo realizado então, um teste de Wilcoxon para a comparação entre os grupamentos dos diferentes exercícios na primeira série, com correção de Bonferroni. Para calcular o tamanho do efeito foi considerado o meio agachamento como grupo controle.

Na comparação da potência, foi realizada ANOVA de Friedman para a comparação entre as séries do TM e ANOVA de Medidas Repetidas para a potência do MA e posteriormente teste T pareado para comparar a segunda série do MA com a segunda série do TM, já para a análise da velocidade concêntrica foi utilizada ANOVA de Medidas Repetidas para a comparação entre a velocidade das séries de cada exercício, e para a comparação entre a velocidade de ambos exercícios foi utilizado Teste T pareado, sendo utilizado 5% como nível de significância em todos os testes. Os testes realizados no software estatístico SPSS (v.21, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## **RESULTADOS**

Em primeira instância foi realizada comparação entre a carga máxima alcançada no teste de 1RM em ambos os exercícios, a qual para o meio agachamento foi maior que para o TM (média de 136,1kg e 119,7kg, respectivamente) ( $p=0,008$ ).

Gráfico 1 – cargas do teste de 1RM em ambos exercícios.

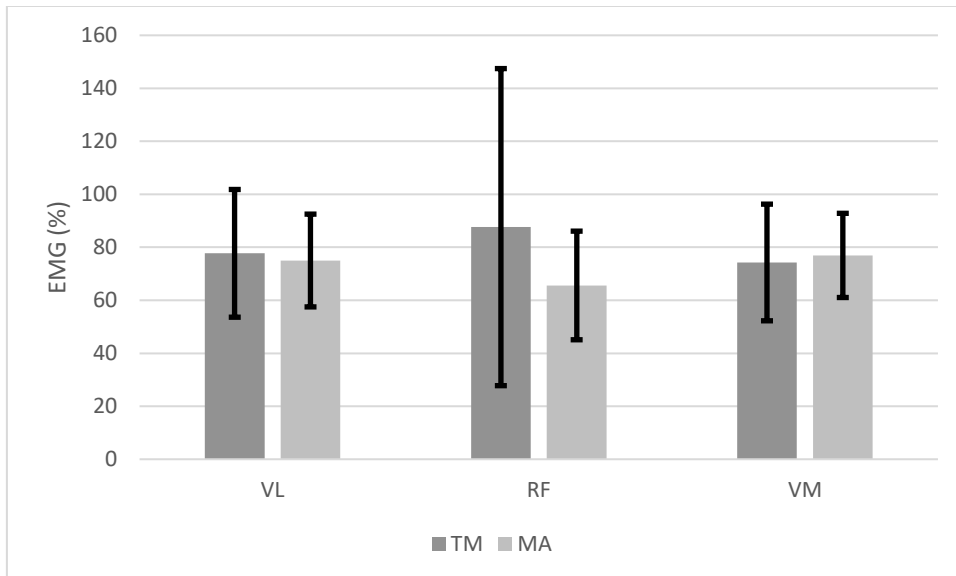


TM1RM: exercício *Tirante Musculador*<sup>®</sup>; MA1RM: exercícios de Meio Agachamento. \* diferença significativa entre as cargas de 1RM de ambos os exercícios ( $p=0,008$ ).

Para a normalização dos dados da EMG foram adotados como 100% os valores de RMS das partições do quadríceps obtidos na CVIM pré sessão experimental, a qual foi realizada uma antes do exercício 1 e outra do exercício 2, que não apresenta diferença significativa entre elas ( $p=0,787$ ;  $0,305$ ;  $0,873$ , para VL, RF e VM, respectivamente). Posteriormente, foram comparadas as séries de cada exercício (primeira série com a segunda, primeira com a terceira e assim sucessivamente), não apresentando diferenças significativas entre estas ( $p>0,008$ ) em ambos os exercícios.

Quando comparados os valores %EMG em pares de grupamento muscular entre o TM e o MA, não encontramos diferença estatística entre os mesmos ( $p=VL 0,573$ ; RF  $0,084$ ; VM  $0,601$ ), porém, ao se analisar o tamanho do efeito (TE) é notado para o RF (TE=1,07) um TE grande para atletas bem treinados em força (RHEA, 2004), esses dados sugerem que há uma equivalência da EMG no VL e no VM entre o TM e o MA, mas sugere uma maior exigência do RF na execução do TM.

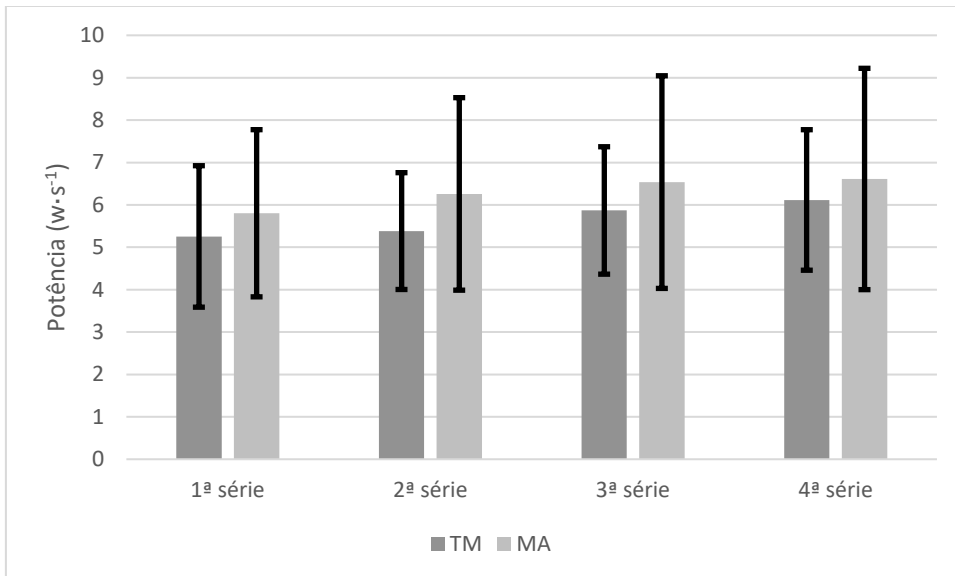
Gráfico 2 - % da ativação eletromiográfica em ambos exercícios durante a primeira série.



VL: Vasto Lateral; RF: Reto Femoral; VM: Vasto Medial; TM: *Tirante Musculador*<sup>®</sup>; MA: Meio Agachamento

Já na comparação da potência gerada na fase concêntrica entre as séries do TM, não foram encontradas diferenças significativas ( $p=0,061$ ), assim como para o MA ( $p=0,086$ ) e, posteriormente na comparação entre a segunda série do MA com a segunda série do TM também não foram observadas diferenças significativas ( $p=0,083$ ), fato este sugere que o esforço da atividade não gerou fadiga à ponto de reduzir a potência entre as séries, além da potência se equivaler para o 80% de cada exercício.

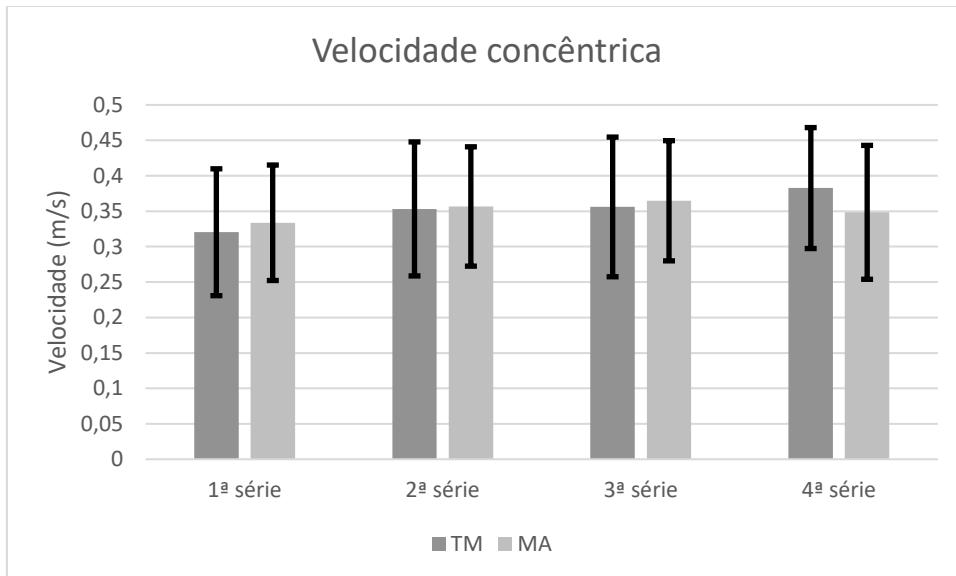
Gráfico 3 – Potência gerada na fase concêntrica em ambos os exercícios.



TM: *Tirante Musculador*®, MA: Meio Agachamento.

Levando em consideração que a potência calculada pelo software considera como um dos fatores da operação a carga externa, e nesta foi encontrada diferença entre o TM e o MA, repetiu-se a análise estatística da potência para os valores de velocidade encontrados pelo software também na fase concêntrica do movimento. Encontrando diferença estatística entre as séries do TM ( $p=0,003$ ) somente entre a primeira e quarta série ( $p=0,033$ ), já no MA não foram encontradas diferenças na velocidade das séries ( $p=0,197$ ). Quando realizada a comparação entre o TM e o MA não foi encontrada diferença significativa para a velocidade entre os dois exercícios ( $p=0,634$ ), sugerindo então, que a velocidade de execução em ambos os exercícios se equivalem tanto quanto a potência para a carga relativa de 80% do máximo.

Gráfico 4 – Velocidade concêntrica das séries em ambos os exercícios.



TM: *Tirante Musculador*<sup>®</sup>; MA: Meio Agachamento.

## DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi comparar uma sessão de treinamento com 80% da carga de uma repetição máxima (1RM) no exercício de Meio Agachamento guiado (MA) com o agachamento utilizando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM). Os resultados demonstraram diferença significativa ( $p=0,008$ ) na carga externa do teste de 1RM de ambos os exercícios (119,7kg e 136,1kg no TM e MA, respectivamente). Já durante a sessão de treinamento, não foram encontradas diferenças significativas para a EMG, porém, o RF apresenta tamanho do efeito (TE) de 1,07, que para atletas bem treinados em exercício resistido é considerado TE grande. Para velocidade de execução e potência, foram encontrados valores iguais.

O exercício de MA, atualmente, é um dos exercícios mais recomendados devido à segurança de utilizar cargas altas para alcançar adaptações na força (SARGENTIM, 2010), porém, mesmo havendo esta segurança há ainda uma preocupação com os danos às estruturas devido à posição da sobrecarga quando muito alta, apresentando, então, o TM como uma possibilidade mais segura para a aplicação deste tipo de estímulo com



jovens atletas em formação tendo em vista que a carga máxima absoluta do TM é mais baixa que a do MA.

De acordo com a literatura, há um padrão de recrutamento das unidades motoras (UM) que acontece das fibras lentas para as rápidas e leva em consideração variáveis como a intensidade e velocidade de execução em caso crescente para ambas (HODSON-TOLE; WAKELING, 2009), para tanto, em um teste progressivo no exercício resistido com incrementos de 10 em 10% da carga de 1RM com pausas incompletas entre as séries há uma tendência em incrementar a ativação eletromiográfica devido à necessidade de se opor às altas cargas (CAMPOS *et al.*, 2017; DOMINGOS *et al.*, 2016). Alguns autores propuseram modelos que usaram a EMG na tentativa de identificar a origem da fadiga, e encontraram que a ação excêntrica é muito mais resistente à fadiga do que a concêntrica e isométrica (KAY *et al.*, 2000), além de que em 30 segundos de esforço máximo o SN parece não ter tempo hábil para alterar o sinal EMG, mesmo havendo diminuição da potência desenvolvida (HUNTER *et al.*, 2003). Já no presente estudo os resultados entre as séries apresentam-se constantes devido ao tipo de trabalho empregado, com pausas quase completas para recuperação do sistema (BOSCO, 2007) e o tempo de trabalho não foi tão longo nas séries em nenhum dos dois exercícios, para tanto, não encontramos diferença na ativação EMG entre as séries de cada exercício.

Confirmando a hipótese de que a pausa entre as séries para este tipo de exercício foi quase completa, não encontramos diferença significativa para a potência entre as séries, ou seja, havia tempo suficiente para recuperação dos sistemas para que pudessem manter a potência entre as séries.

Com cargas externas altas, a estratégia de recrutamento das UM pelo Sistema Nervoso (SN) continua sendo a mais econômica possível, porém, para se opor à cargas elevadas são recrutadas primeiramente as UM rápidas, e para o auxílio das mesmas há uma utilização das UM transitórias/lentas mais próximo ao final da série (HODSON-TOLE; WAKELING, 2009), e por este motivo com cargas relativas ao máximo em diferentes exercícios com movimentos similares a ativação EMG tende a se equivaler, fato que ocorreu em nosso estudo, no qual todos os grupamentos se equivaleram quando

comparados pelo %EMG, o que destaca uma vantagem da utilização do TM para o grupo estudado, tendo em vista que a sobrecarga externa absoluta no TM é mais baixa que no MA e a ativação eletromiográfica durante a execução é a mesma.

Em nosso estudo, não foram apresentadas diferenças estatísticas entre os %EMG das partições analisadas, porém o RF do TM apresenta um comportamento qualitativamente diferente do MA (desvio padrão aparentemente grande), por este motivo, foi calculado o tamanho do efeito (TE) para estas duas medidas e encontramos um valor de 1,07, que representa um valor considerado grande para indivíduos treinado em exercício resistido, sugerindo assim, uma possível diferença entre os exercícios, fato que corrobora o estudo de Fajardo, que em estudo próprio com González de Suso em 2001, relataram que há diferença no RF comparando a execução do TM com 20 kg de carga externa com o MA com 150 kg, possivelmente pela posição do tronco em relação à sobrecarga por conta da função bi articular do RF, que consiste basicamente na ativação do reto femoral durante a fase concêntrica, onde no MA é significativamente menor que na mesma fase no TM, já as demais partições do quadríceps se equivalem em relação à ativação EMG, assim como neste estudo.

Nossos achados não mostraram predominância estatística de um grupamento sobre outro para este tipo de carga, e vai de encontro aos resultados apresentados por Domingos (2015), onde os avaliados executaram 15 movimentos com o TM, somente com o peso do próprio corpo e com 30% do peso corporal e apresentou predominância do VL sobre o RF em valores absolutos, o que nos remete novamente às diferentes estratégias de recrutamento para execução da atividade, a qual com cargas mais próximas da máxima o sujeito necessita de mais UM para suprir aquela atividade, e quando as forças não superam 20% da produção máxima predominam as fibras lentas (BURKE; EDGERTON, 1975).

Além da vantagem da menor sobrecarga externa com a utilização do TM, deve-se levar em consideração as possíveis vantagens anatômicas devido à posição do corpo do praticante durante a execução no TM encontramos alguns possíveis benefícios, tais como estabilização da tíbia sob o fêmur que melhora a congruência articular para a patela

e evita, por exemplo, desgaste por compressão em flexões profundas (angulações maiores do que 45°), além da posição anteriorizada que estabiliza a tíbia, e então, reduz a possibilidade de desenvolver uma tendinopatia patelar, que em geral é causada por pronação excessiva dos pés, tíbia em posição de varismo e anteversão do fêmur (MEDINA, 2012).

## **CONCLUSÃO**

Não apresentando diferenças entre o TM e o MA com cargas de 80% do 1RM em cada exercício, tanto para ativação EMG, quanto para a velocidade, com esta característica, ambos os exercícios atendem à expectativa para o treinamento, sendo observado, apenas, uma diferença para o RF, o que potencialmente diferenciaria os dois exercícios, apresentando maior recrutamento do RF com a utilização do TM. Para tanto, por se tratar atletas, o TM apresenta certa vantagem por obter efeitos internos iguais aos do MA com sobrecarga externa reduzida (1RM no TM é menor que 1RM no MA), o que reduz a sobrecarga às estruturas ainda em formação do grupo citado.

## **Artigo 3 – RECUPERAÇÃO DE UMA SESSÃO EXPERIMENTAL NO TIRANTE MUSCULADOR® E MEIO AGACHAMENTO**

### **INTRODUÇÃO**

Várias são as capacidades físicas determinantes no rendimento esportivo, tais como a resistência, velocidade, flexibilidade, agilidade, descontração, força, e para desenvolvê-las de maneira ótima, lança-se mão de diferentes métodos e ferramentas de treinamento para buscar adaptação dos sistemas orgânicos após as situações de estresse (MANSO *et al.*, 2002; WEINECK, 2005).

Se tratando da recuperação após os estímulos, para que não haja má adaptação dos sistemas orgânicos devido a erro das cargas de treinamento, é imprescindível a utilização de ferramentas que demonstrem validade científica, além da necessidade de

apresentar variação de estímulos para evitar a estagnação do nível de condicionamento e garantir a recuperação adequada dos praticantes (BARA FILHO *et al.*, 2013). Esses estímulos que cronicamente geram adaptação ao organismo são definidos como carga interna de treinamento, já a magnitude a qual é aplicada se define por carga externa de treinamento (IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005).

Pensando nisso, com o intuito de descrever a recuperação de diferentes métodos de treinamento de força, Schoenfeld (2010) afirma que a utilização de exercícios com ênfase nas ações excêntricas do movimento pode incrementar substancialmente a produção de força e promover hipertrofia muscular, que acabam superando os exercícios com protocolos convencionais, principalmente pelo desenvolvimento dos sarcômeros em série. Porém, os estímulos advindos dos exercícios com ênfase na fase excêntrica têm como distinção causar, de forma aguda, maior dano tecidual e inflamatório (SMITH *et al.*, 2000), gerando aumento da dor muscular de início tardio (DMIT) (BLACK; DOBSON, 2013), além da redução de desempenho devido à fadiga do sistema neural, com a redução, por exemplo, da contração voluntária isométrica máxima (CVIM) (MARCORA; BOSIO, 2007) e na capacidade de utilização do ciclo alongamento-encurtamento (BYRNE; ESTON, 2002a), devendo assim ter uma atenção especial na recuperação destes tipos de estímulo.

Devido à sua função de extensão da articulação de joelho, o quadríceps femoral é um grupamento bastante importante para o desempenho de diversos esportes, tais como o atletismo, que é composto por habilidades motoras básicas, tais como correr, saltar, marchar, arremessar e lançar (WEINECK, 1990), estas que têm em comum a vigorosa extensão do joelho como parte determinante da execução. Visando o desenvolvimento deste grupamento, o agachamento é um exercício muito utilizado no treinamento de força, sendo um dos mais recomendados (SARGENTIM, 2010) e completos que se pode realizar para membros inferiores, envolvendo a ativação de músculos do quadril, coxa, perna, lombar, abdome entre outros que também podem ser ativados, porém de forma complementar (ALVES *et al.*, 2009; CAPPOZZO *et al.*, 1985; SOUSA *et al.*, 2007).

Atualmente, há uma variação para o exercício de agachamento que é o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM), que tem demonstrado na literatura vários benefícios de sua utilização, como por exemplo, com a utilização dele é possível estimular o desenvolvimento da força explosiva, reativa e máxima, além ainda da capacidade elástica (MANSO *et al.*, 2002), em pouco tempo de familiarização há incremento de carga no teste de 1RM no MA de avaliados fisicamente ativos (DA SILVA *et al.*, 2004, 2005), e melhoras significativas na potência após 12 semanas de treinamento, inclusive comparada com o grupo controle que treinou com o método pliométrico (RODRÍGUEZ, 2011), e em sessão experimental em nosso estudo prévio, encontramos que com cargas externas relativas ao peso corporal notam-se alterações no padrão de recrutamento, mesmo com pequenas alterações da carga externa (DOMINGOS, 2015), além da possibilidade de variações de sua aplicação (MICHÁN; PEÑA; HEREDIA, 2014) e segurança dos praticantes devido apresentar ativação eletromiográfica (EMG) com cargas muito diferentes equivalente às do exercício de meio agachamento (MA) (DA SILVA *et al.*, 2004). Elaborado a partir da experiência do treinador de atletismo Hans Ruf do Centro de Alto Rendimento de Sant Cugat no final dos anos 80 em sua experiência na antiga União Soviética, é registrado em sua patente que com a utilização do TM há uma exigência predominante da fase excêntrica do movimento (GIMÉNEZ, 2001), porém não se tem relatos, ao menos em nosso conhecimento, que descreva a recuperação após uma sessão de treinamento de força com o *Tirante Musculador*<sup>®</sup>.

Para tanto, não há estudos que descrevam o processo de recuperação utilizando o TM comparando ambos os exercícios na literatura, e para que se possa acrescentá-los como possíveis ferramentas no treinamento de força se tornam importantes estas descrições, por isso, o objetivo deste trabalho foi descrever e comparar a recuperação após uma sessão de treinamento utilizando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) e o Meio Agachamento guiado (MA) com a carga de 80% de uma repetição máxima (1RM) de cada exercício.

## METODOLOGIA

### Caracterização

Amostra foi composta por 19 participantes, de ambos sexos (10 do feminino e 9 do masculino), com média  $\pm$  desvio padrão de idade de  $17,4 \pm 1,5$  anos ( $58,7 \pm 9,2$  kg de massa corporal;  $170,1 \pm 9,1$  cm de estatura;  $35,1 \pm 11,5$  mm no somatório de dobras cutâneas). Foram incluídos na amostra os atletas praticantes de atletismo que tinham experiência com treinamento de força nos exercícios de meio agachamento e de agachamento usando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> de pelo menos seis meses, e que não estavam lesionados.

Este estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisas com Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) sob o número de protocolo 44602715.0.0000.5148. Os avaliados maiores de 18 anos, assim como os responsáveis dos avaliados de menor idade receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – apêndice 1), e os menores de 18 anos de idade assinaram o Termo de Assentimento (apêndice 2).

### Sessão Experimental

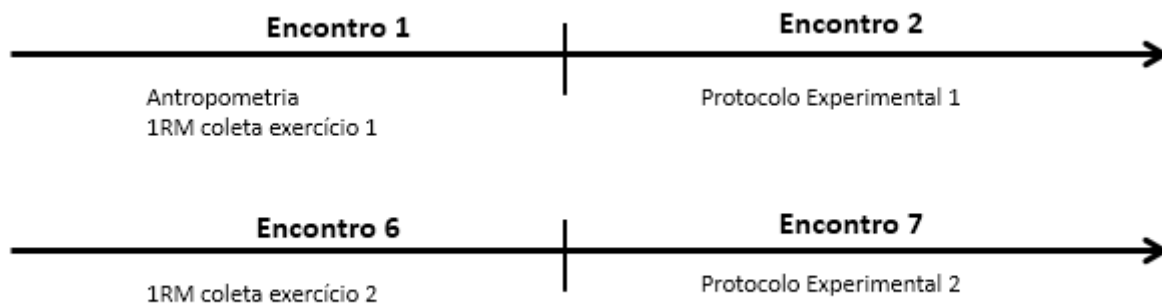
Os testes foram realizados em dez encontros. No encontro 1 foram realizadas a avaliação antropométrica para caracterização da amostra e o teste de 1RM do primeiro exercício (BROWN; WEIR, 2001), após 72h aconteceu a sessão experimental (encontro 2), e a cada 24h foram realizados testes para a avaliação da recuperação, até 72h (encontros 3, 4 e 5). Já no encontro 6, foi realizado o teste de 1RM do segundo exercício e após 72h a segunda sessão experimental (encontro 7), seguido novamente de avaliações da recuperação de 24-24h (encontros 8, 9 e 10), sendo a sequência para a execução dos exercícios definida aleatoriamente.

Na sessão experimental, encontros 2 e 7, os participantes realizaram 4 séries de 8 repetições com 80% do 1RM, que segundo McDonagh e Davies (1984) *apud* Bosco (2007) seriam possíveis em torno de seis movimentos, sendo este treino relacionado à

força rápida, cargas altas e tentativas de se opor à elas na maior velocidade possível (FLECK; KRAEMER, 1999). As repetições foram realizadas no menor tempo possível na fase concêntrica e controlando o movimento na fase excêntrica, respeitando a técnica de execução do movimento, 90° para todas as articulações envolvidas, quadril, joelhos e tornozelos.

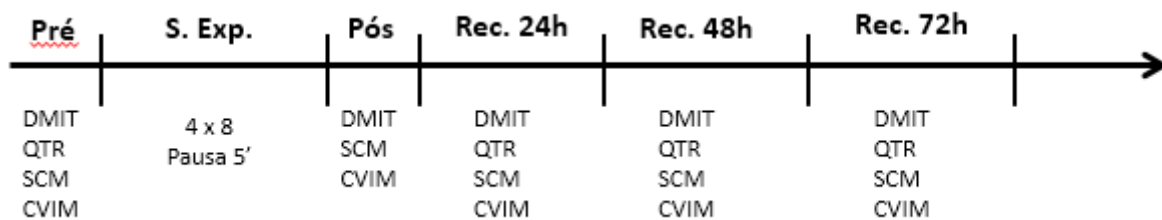
Foi coletada a PSE (escala OMNI-RES), anexo 1, ao final de cada série afim de determinar a intensidade realizada em cada série e em cada exercício (ROBERTSON *et al.*, 2003).

Figura 1 - Sequências das avaliações.



### Avaliação da recuperação

Figura 2 – desenho metodológico da coleta.



### Escala de Qualidade Total de Recuperação (QTR)

Por meio da escala de Qualidade Total de Recuperação (QTR) (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998) foi avaliada a recuperação dos atletas previamente aos demais testes. A QTR era apresentada ao atleta que deveria responder à seguinte pergunta: “Como

*você se sente em relação à sua recuperação?”*, devendo apontar para um valor após tê-lo associado aos seu descritor (anexo 2).

### **Escala visual-analógica de Dor Muscular de Início Tardio (DMIT)**

Para avaliar a dor muscular de início tardio (DMIT) foi utilizada a escala visual-analógica proposta por Price *et al.* (1983), a qual era apresentada ao avaliado seguida da seguinte pergunta: *“De 0 a 10, onde 0 é sem dor nenhuma e 10 a pior dor possível que já sentiu. Qual valor representa a dor que está sentindo na parte da frente da coxa?”* (anexo 3).

### **Salto com Contra Movimento (SCM)**

Para avaliar a potência de membros inferiores foi realizado um salto com contra movimento (SCM), no qual o atleta partia de uma posição vertical com os pés paralelos, em distância confortável entre eles, sem flexionar os joelhos e com as mãos na cintura baixa. A partir da autorização do avaliador, ele flexionava os joelhos em 90° e logo após estendiam rapidamente para a execução de um salto de maior altura possível, sem retirar as mãos da cintura.

O SCM é uma medida bastante utilizada para identificar diminuição do desempenho após sessões de treinamento de força (BYRNE; ESTON, 2002a), e também se mostra sensível às alterações ocasionadas pelo treinamento com o TM em jogadoras de voleibol universitário, assim como reportado por Rodríguez (2011).

### **Contração Voluntária Isométrica Máxima (CVIM)**

Neste estudo, para a avaliação da força máxima gerada na CVIM foi utilizado o valor pico encontrado durante 5 segundos de contração, medida por uma célula de carga de capacidade de 500kgF da marca Miotec®, com frequência de 2000Hz. O avaliado se posicionava sob uma barra amarrada por correntes, que eram ajustadas de acordo com sua estatura, e permanecia com as articulações de quadril, joelho e tornozelo em 90°, então, era orientado a realizar a maior força possível para empurrar a barra para cima



(extensão destas articulações) até que fosse dado o comando para encerrar a atividade. De acordo com a literatura, a CVIM apresenta coeficientes de correlação intra-classe significativos, sendo então uma medida reprodutível (REINKING et al., 1996; SCIASCIA; UHL, 2015). De acordo com Marcora; Bosio (2007), após uma sessão de exercício excêntrico, a CVIM é diminuída em aproximadamente 12%, resultados que corroboram o estudo de Byrne e Eston (2002b).

Já a ativação eletromiográfica do vasto lateral do quadríceps femoral durante a CVIM (CVIMVL) foi coletada com os eletrodos posicionados paralelamente ao sentido das fibras musculares (MERLETTI, 1999). Para isto, foi utilizado um eletromiógrafo Miotool, modelo 400 da Miotec<sup>®</sup>, com eletrodos bipolares, e o aparelho foi calibrado e ajustados antes do início da coleta, usando um sensor SDS500 com ganho de 1000 e frequência de amostragem de 2000Hz, e posteriormente o sinal foi submetido à um filtro passa-banda em 20Hz e 500Hz online. E então, foram adotados os valores médios fornecidos em *root mean square* (RMS), do sinal limpo e filtrado da aquisição, e foi utilizado o valor médio durante os cinco segundos da CVIM.

### **Relação entre EMG e CVIM**

Ainda na tentativa de avaliar a recuperação, foi calculada a variável resultante da razão entre ativação EMG do vasto lateral e CVIM, que encontra o valor da  $EMG \cdot KgF^{-1}$ . Variável esta que representaria a solicitação das unidades motoras para realizar o desempenho de força medido na CVIM.

### **Estatística**

Para o tratamento estatístico a distribuição dos dados foi analisada através do teste Shapiro-Wilk. Para comparação do teste de 1RM foi realizado o teste T pareado. Na comparação entre as PSE das séries dos diferentes exercícios utilizamos o teste de ANOVA de Friedman. Para a análise da recuperação do mesmo exercício por meio das variáveis ordinais (QTR e DMIT) foi utilizada ANOVA de Friedman e para as múltiplas comparações foi utilizado o teste de Wilcoxon, com posterior correção de Bonferroni. Já

para as análises das demais variáveis (SCM, CVIM, EMG do VL, EMG·KgF<sup>-1</sup>) ainda do mesmo exercício, no domínio do tempo, foi realizado o teste ANOVA de Medidas Repetidas com análise de contraste simples, fixando a medida pré para a comparação, além ainda da esfericidade testada pelo teste de Mauchly, e quando não atendida foi utilizada correção do Épsilon de Huynh-Feldt.

Para a comparação dos valores da recuperação entre o TM e o MA em pares de tempo igual, foi utilizado o teste de ANOVA de Friedman para as medidas ordinais, e para as variáveis quantitativas contínuas a ANOVA de Medidas Repetidas.

Foram utilizados para todas as análises valores de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), que foram calculados no software estatístico SPSS (v.21, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## RESULTADOS

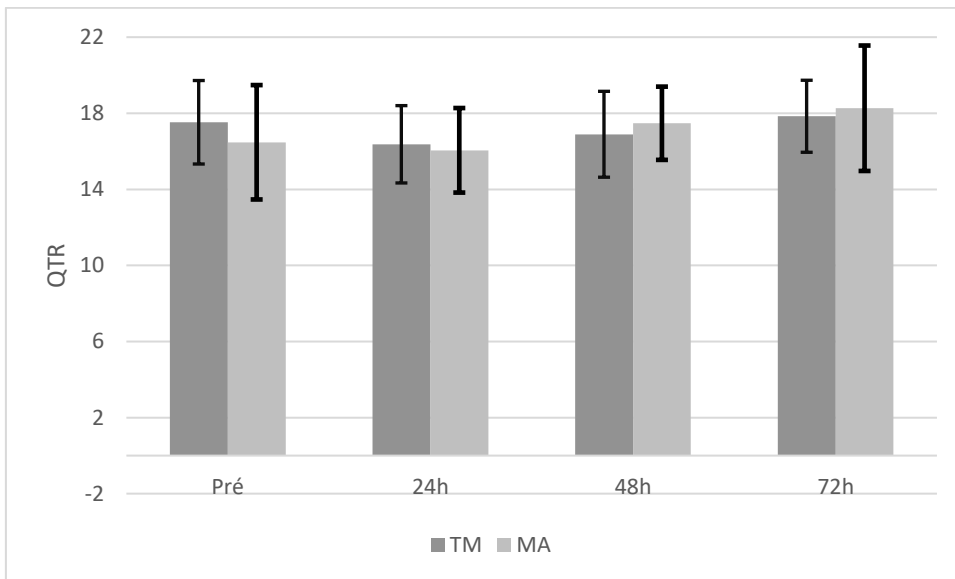
No teste de 1RM o TM apresentou cargas menores do que o MA (119,7kg e 136,1kg, respectivamente) ( $p = 0,008$ ), o que apresenta cargas absolutas diferentes para ambos os exercícios (80% 1RM – TM:  $95,8 \pm 20,4$  kg; MA:  $108,9 \pm 24,6$  kg). E para garantir que comparamos a recuperação de exercícios com cargas internas iguais, comparamos a PSE de cada série da sessão experimental do TM com o MA, e não encontramos diferença significativa, conforme o esperado tendo em vista que o volume, e a intensidade eram iguais, potencialmente a resposta interna seria semelhante em todas as séries ( $p > 0,05$ ).

Ainda assim, para definir se partimos do mesmo ponto de recuperação nas duas condições comparamos os valores pré em pares e não encontramos diferença significativa para nenhum deles ( $p > 0,05$ ), sendo assim, os dois exercícios foram realizados em mesma condição de recuperação.

Comparando a escala de qualidade total de recuperação de cada exercício isoladamente, encontramos diferença estatística para o TM ( $p = 0,026$ ), porém na comparação pareada dos momentos de recuperação do TM não identificamos diferença entre as medidas ( $p > 0,016$ ), já para o MA ela se apresenta diferente também ( $p = 0,019$ ), mas, assim como no TM não foi identificada diferença entre os pares dos diferentes

momentos da recuperação ( $p>0,012$ ), ou seja, não se altera. Já comparando o TM com o MA, a QTR se apresenta igual em todos os momentos ( $p>0,05$ ), logo, podemos observar que não há diferença para esta medida na recuperação dos dois exercícios.

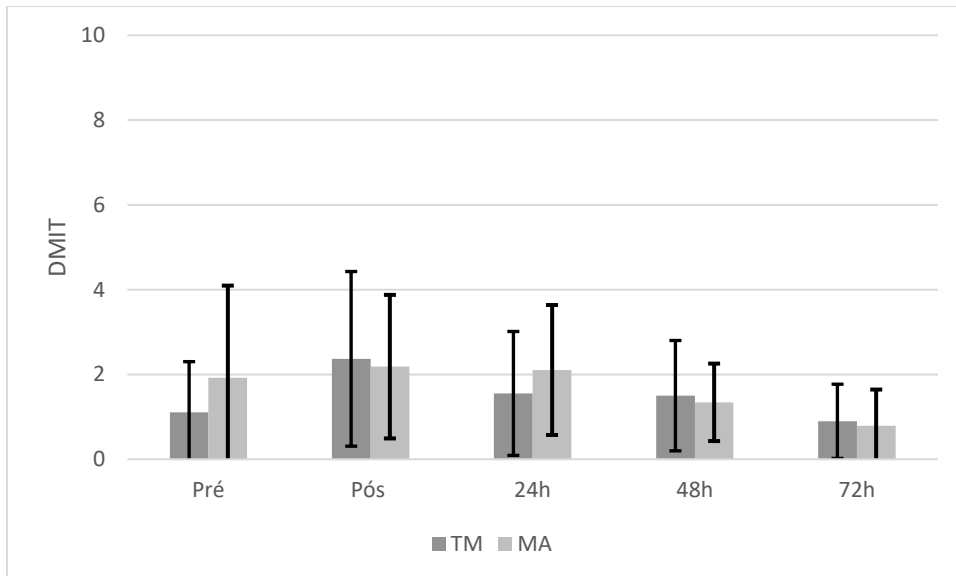
Gráfico 1 – Qualidade total de recuperação.



TM: *Tirante Musculador*<sup>®</sup>; MA: Meio Agachamento.

Analisando a resposta da escala de dor muscular de início tardio no TM ( $p=0,028$ ) foi encontrada diferença significativa, porém na comparação pareada não identificamos novamente diferença ( $p>0,012$ ), já para o MA ( $p=0,002$ ) também não foram encontradas diferenças significativas ( $p>0,012$ ). Na comparação pareada, assim como na QTR, não encontramos diferenças entre o TM e o MA em nenhum momento ( $p>0,05$ ). O que nos reporta que não há alteração na DMIT após esse tipo de protocolo, nem para o TM, nem para o MA.

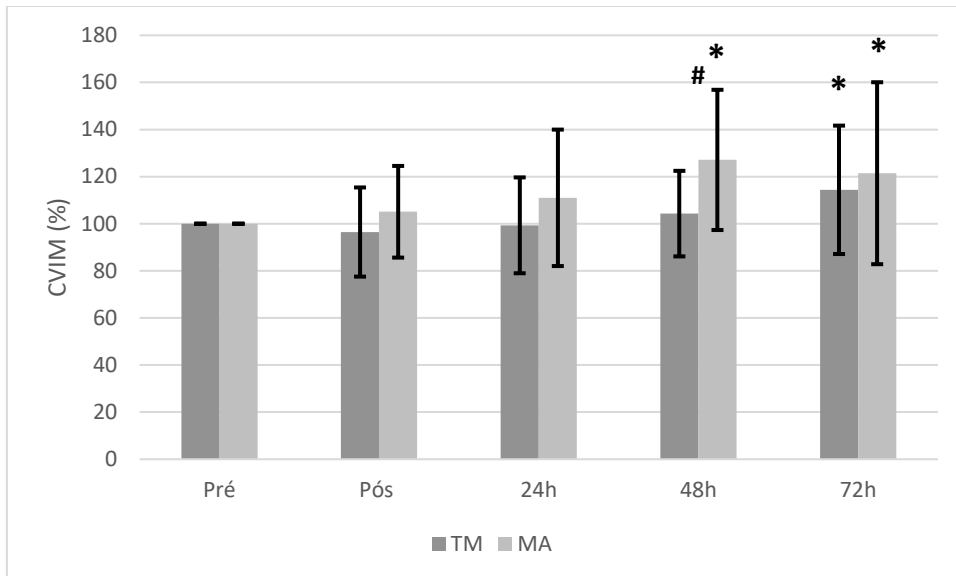
Gráfico 2 – Dor Muscular de Início Tardio.



TM: *Tirante Musculador®*; MA: Meio Agachamento.

Comparando as variáveis quantitativas encontramos um aumento dos valores da CVIM no TM ( $p=0,014$ ) somente no momento 72h ( $p=0,033$ ) que até então estava igual aos valores pré, e no MA ( $p=0,003$ ) nos momentos 48h ( $p=0,001$ ) e 72h ( $p=0,026$ ), sendo que antes não tinha se alterado, e quando comparamos o TM com o MA no momento 48h há a única diferença entre os pares de TM e MA ( $p=0,014$ ), apresentando o MA um desempenho melhor do que o TM. Esses valores sugerem que há uma possível compensação após a sessão experimental para ambos os exercícios necessitando de pelo menos 48h no MA e 72h no TM.

Gráfico 3 – Percentual da Contração Voluntária Máxima Isométrica.



\* diferença significativa do ponto assinalado com o valor do momento pré no mesmo exercício (TM72h:  $p=0,033$ ; MA48:  $p=0,003$ ; MA72h:  $p=0,026$ ); #Diferença entre TM e MA no momento assinalado ( $p=0,014$ ).

Para a ativação eletromiográfica do vasto lateral durante a CVIM no TM ( $p<0,001$ ) são encontradas diferenças entre todos os pares, porém, no momento pós há uma diminuição dos valores, e de 24h em diante os valores apresentam-se aumentados conforme tabela 1, e para o MA ( $p<0,001$ ) apenas o momento pós que não apresenta diferença, os demais todos estão aumentados. Este fato sugere haver uma alteração no padrão de recrutamento das unidades motoras para executar a CVIM tanto no TM como no MA. E quando comparamos o TM com o MA os valores não apresentam diferença significativa ( $p>0,05$ ).

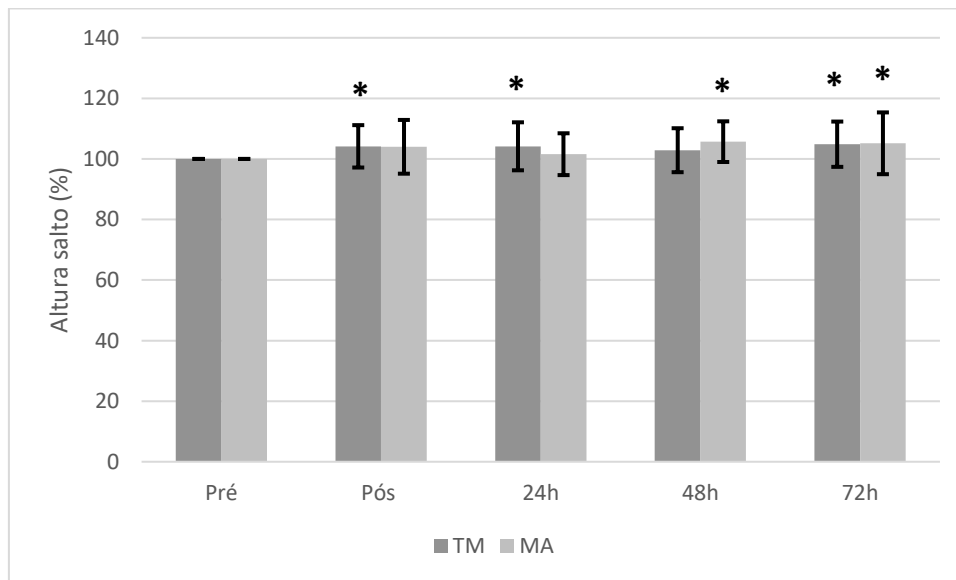
Tabela 1 – Valores percentuais do RMS do Vasto Lateral durante a contração voluntária isométrica máxima.

	Pós	24h	48h	72h
TMVL (% RMS)	91,5 ± 16,0*	132,4 ± 36,3*	119,9 ± 24,6*	119,8 ± 28,2*
MAVL (% RMS)	95,7 ± 17,9	121,3 ± 23,0*	119,1 ± 16,3*	116,4 ± 20,5*

\* diferença estatística para o valor pré (TM:  $p=0,034$ ; 0,001; 0,002; e 0,007; MA: 0,001; <0,001; e 0,003).

Já na análise do SCM, a partir do momento pós no TM os valores aparecem aumentados ( $p=0,015$ ), já no MA ( $p=0,006$ ) apenas nos momentos 48h e 72h ( $p=0,002$  e  $0,041$ , respectivamente), sugerindo, novamente possível compensação após os estímulos, que imediatamente após já acontece alteração quando feito o TM, e no MA apenas após 48h. Não apresentando diferença entre os pares dos momentos entre o TM e o MA ( $p>0,05$ ).

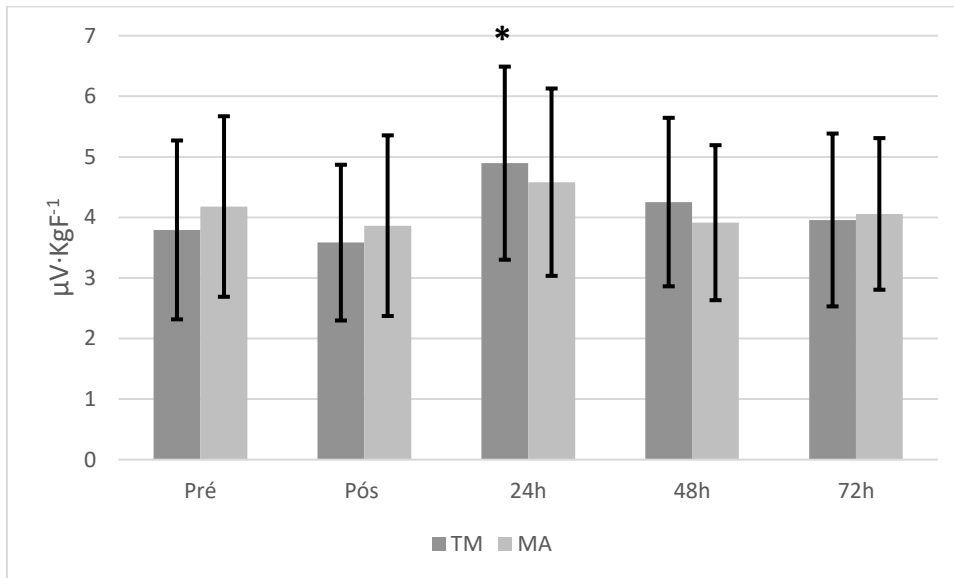
Gráfico 4 – Percentual da altura do salto com contra movimento.



\* diferença significativa do ponto assinalado com o valor do momento pré no mesmo exercício (TM – Pós:  $p=0,018$ ; 24h:  $p=0,034$ ; 72h:  $p=0,011$ ; MA – 48h:  $p=0,002$ ; 72h:  $p=0,041$ ).

A variável  $EMG \cdot KgF^{-1}$  apresenta diferença significativa no TM ( $p<0,001$ ) somente para o valor de 24h após ( $p=0,001$ ) a qual se apresenta elevada, e em 48h retorna aos valores iguais aos do momento pré, no MA ( $p=0,09$ ) não encontramos diferença significativa entre as medidas, assim como na comparação entre o TM e o MA ( $p=0,205$ ), sugerindo então, que no momento 24h após a execução do TM há maior solicitação das unidades motoras para realizar o mesmo desempenho da CVIM, fato que não ocorre para o MA.

Gráfico 5 – Variável quociente entre ativação eletromiográfica do vasto lateral e a carga desempenhada na contração voluntária isométrica máxima.



\* diferença estatística para o valor pré no mesmo exercício ( $p=0,001$ ).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi comparar a recuperação após uma sessão de treinamento utilizando o *Tirante Musculador*<sup>®</sup> (TM) e o Meio Agachamento guiado (MA) com a carga de 80% de uma repetição máxima (1RM) de cada exercício. Para tanto, encontramos diferença entre as cargas externas absolutas de ambos os exercícios, tendo o TM uma carga mais baixa que o MA (119,7kg e 136,1kg, respectivamente) ( $p=0,008$ ), e para garantir que partimos das mesmas condições de recuperação testamos os valores pré sessão experimental antes da normalização e não encontramos diferença para nenhuma das variáveis ( $p>0,05$ ).

Comparando o TM ao MA encontramos diferença somente para a CVIM de 48h após, que apresentou uma CVIM maior no MA do que no TM ( $p=0,014$ ), já para QTR, DMIT, SCM, EMG do VL na CVIM todos os pares temporais se equivalem. Já pensando na duração dos efeitos das cargas, qualitativamente os valores apresentam mais

duradouros para o TM do que para o MA, porém com as possíveis compensações do desempenho atingem os mesmos valores após 72h.

O alongamento dos sarcômeros na fase excêntrica promove aumento da tensão passiva, que somada à força ativa, promove maior produção na força máxima, no entanto causa maior dano na fibra muscular por estresse mecânico (BARROSO; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2005; HEDAYATPOUR; FALLA, 2015), e com a ruptura das capsulas das fibras musculares, substâncias pró-inflamatórias são liberadas no meio e conseqüentemente geram aumento da dor muscular de início tardio (DMIT) (BLACK; DOBSON, 2013)

Os exercícios excêntricos têm apresentado bastantes benefícios para os praticantes tais como hipertrofia e incrementos de força (SCHOENFELD, 2010), usado na prevenção de lesões (MEDINA, 2012), na reabilitação de lesões e/ou patologias (CHULVI-MEDRANO, 2009), porém, sua recuperação quando aplicado em altas intensidades pode ser um fator prejudicial onde apresenta dor muscular de início tardio - DMIT (BLACK; DOBSON, 2013), alteração nas enzimas que participam da produção de trabalho muscular, diminuição na capacidade funcional dos músculos até sua recuperação (BYRNE; ESTON, 2002a, 2002b; CLARKSON; HUBAL, 2002), fatores que podem prejudicar as próximas sessões de treinamento.

Por tanto, é necessário que se tenha bastante atenção à sua recuperação tendo em vista que a dor muscular de início tardio, por exemplo, pode ser um fator limitante na próxima sessão de treinamento, que pode apresentar seu pico em até 96h após a sessão (KIM; LEE, 2015), o que se apresentou diferente em nossos achados, a qual não se diferenciou dos níveis basais após a execução do TM e nem no MA. Assim como para a DMIT, para a QTR, os valores também não se alteraram para nenhum dos dois exercícios, fato que não sugere o aparecimento de desequilíbrios na homeostase, já que a QTR é respondida a partir de repostas de todo o sistema orgânico, e seria capaz de detectar inclusive alterações localizadas (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). E devido à carga de 80% do 1RM aplicada na sessão seria esperada a recuperação mais rápida mesmo, tendo em vista que em geral as sessões excêntricas são aplicadas com cargas supra



máximas, e/ou com objetivos diferentes dos nossos, além de que não foram encontradas alterações para o MA, nosso exercício controle.

Em estudo de Marcora e Bosio (2007), foram encontrados decréscimos de força máxima após sessão experimental utilizando treinamento excêntrico, medida por CVIM, o que não foi encontrado por nós, talvez devido à pausa quase completa, que possivelmente foi possível uma recuperação quase total dos sistemas envolvidos, não prejudicando assim o fornecimento energético da atividade e nem o recrutamento das UM, além de considerar o tempo de trabalho muscular, que talvez não tenha sido suficiente para ocasionar danos, tendo em vista que em atividade supramáximas de 30 segundos não há alterações do recrutamento das UM (HUNTER et al., 2003), o que por consequência geraria danos musculares em pontos bastantes localizados. Assim como para a CVIM, estudos apontam para a redução da capacidade de saltos após uma sessão de treinamento de força (BYRNE; ESTON, 2002a), porém, não a encontramos neste estudo. Inclusive, a atividade potencializou esta capacidade, tendo em vista que a partir do momento pós no TM e 48h no MA, os valores já estavam maiores quando comparados com os valores pré em ambos os exercícios, possivelmente por deixar aumentado os valores da EMG.

Atualmente, tem se relatado alguns efeitos positivos da potenciação pós-ativação (PPA), inclusive com a utilização de exercícios resistidos com cargas intermediárias/altas como meio de se preparar para alguma atividade que exija potência (WILSON et al., 2013). Como a sessão experimental não incluía atividade de aquecimento, as quatro séries com pausas completas podem ter potencializado o desempenho de potência, medido pelo SCM, que imediatamente após a sessão experimental estava aumentado no TM em relação ao salto feito previamente, e em 48h no MA. Os valores aumentados do SCM até as 72h da recuperação sugerem uma possível supercompensação do estímulo da sessão experimental, e se partirmos do pressuposto que para que haja uma adaptação crônica precisamos de várias alterações agudas, os resultados vão ao encontro de Rodríguez (2011), onde após um período de 04 semanas de treinamentos utilizando o TM, administrando a velocidade de execução, conseguiu-se incremento na capacidade

de salto SCM ( $27,81 \pm 5,07$  e  $33,0 \pm 6,53$  valores pré e pós, respectivamente) das atletas de voleibol, incrementos, inclusive maiores que o do grupo controle que treinou com pliometria ( $25,92 \pm 3,6$  e  $29,48 \pm 6,17$ , valores pré e pós, respectivamente).

Em muitos modelos de periodização de treinamento observamos a utilização de treinamentos de força máxima em períodos prévios aos de treinamentos de potência, fato este que se justificaria pela relação comum entre estes, a alta ativação dos grupamentos recrutados (BOSCO, 2007; MORITANI; DEVRIES, 1980). Porém, há a necessidade de discriminar as predominâncias entre os tipos de sessões de treinamento de força, as quais podem ser miogênicas – que tem maior predominância metabólica, ou as ações neurogênicas – que tem maior predominância do sistema nervoso (SN), ou seja, frequência dos estímulos (BOSCO, 2007), e conforme supracitado, a possível PPA da sessão experimental não teve influência sobre a força máxima, representada pela CVIM, mas sim para o SCM, o que corrobora com o Wilson *et al.* (2013), que sugere que exercícios resistidos entre 60 e 84% do 1RM potencialize atividades de potência.

Em se tratando de ativação do sistema neuromuscular, a eletromiografia é considerada como variável fisiológica (CROZARA *et al.*, 2015), medida que permite avaliar as respostas internas durante a execução das atividades (DOMINGOS *et al.*, 2016). Para tanto, conseguimos verificar a resposta do SN depois da sessão experimental na CVIM, e pudemos observar que imediatamente após a sessão experimental havia fadiga do mesmo no TM, apresentando decréscimo da EMG do vasto lateral em relação aos valores basais, e manutenção do MA. Já nos dias subsequentes se apresentava aumentada a frequência elétrica em ambos exercícios, talvez, devido à fadiga do grupamento exigido, e para que pudessem executar a atividade na mesma intensidade era solicitado recrutamento de mais unidades motoras para compensar a fadiga.

A frequência de impulsos para despolarização das unidades motoras (UM) acontece de acordo com a demanda para a atividade, logo, quando se inicia um processo de maior exigência periférica, há uma tendência em aumentar a ativação EMG para que se possa ativar mais UM para compensar a fadiga das UM envolvidas (CAMPOS *et al.*, 2017; DOMINGOS *et al.*, 2016), como aconteceu neste estudo, o qual 24h após

apresentou um incremento na atividade elétrica do VL em ambos os exercícios, provavelmente para compensar a fadiga das UM que estavam sendo recrutadas. A fadiga no TM se apresentou mais pronunciada do que no MA, já que no momento após a execução do TM já apresentou uma diminuição da EMG, e no MA se manteve igual o momento pré, então, no TM parece haver maior fadiga periférica neste tipo de protocolo.

Partindo de uma ativação da EMG alterada possivelmente pela fadiga nas UM, e uma CVIM estável e/ou incrementando, criamos a variável  $EMG \cdot KgF^{-1}$  para entender o esforço do SN para manutenção do desempenho durante a CVIM, e encontramos que no TM 24h após havia uma exigência bastante elevada do SN para realizar o mesmo trabalho na CVIM, o que sugere que esta sessão com o TM gerou uma fadiga que perdurou de pelo menos 24h, porém, este fato não concorda com os valores sugeridos pela literatura para a recuperação após uma sessão de treino excêntrico, os quais os danos se manifestam entre até 72h e 96h (KIM; LEE, 2015).

Estes danos musculares sugeridos pela literatura têm caráter mais próximo de características metabólicas, o que justificaria a rápida recuperação de ambos os exercícios em nosso estudo, já que com as pausas completas não obtivemos alterações nas medidas realizadas em nenhum dos dois exercícios, que talvez possam ter apresentado maior característica neural devido ao fato da EMG não se alterar entre as séries para compensar possíveis diminuições da capacidade miogênica e logo após o TM a ativação EMG estava reduzida, porém, como não realizamos medidas enzimáticas, fica apenas no campo da especulação sobre a fadiga predominantemente miogênica.

Para tanto, analisando as variáveis aqui apresentadas, nem o TM nem o MA se recuperaram como exercício excêntrico neste tipo de protocolo, o qual foi realizado com pausas quase completas, porém, o TM tende a ter uma recuperação mais lenta que o MA, o que com diferentes protocolos poderiam ser encontradas algumas diferenças. Sugere-se então, que sejam realizados futuros estudos utilizando protocolos com diferentes manipulações das variáveis, e até com o treinamento crônico para continuação da descrição do mesmo.

## **CONCLUSÃO**

Em geral, analisando qualitativamente a duração do efeito da carga aplicada neste estudo parece durar mais tempo no TM do que no MA, ou seja, o TM demora mais tempo para retornar as variáveis aos níveis pré-sessão do que o MA, porém, a potencialização dos efeitos parece acontecer mais precocemente no MA na mesma magnitude que no TM. Para tanto, ambos exercícios são eficientes para o objetivo proposto em uma sessão de treinamento por não apresentarem diferença entre si, porém, sugere-se que sejam realizados estudos futuros aplicados ao treinamento para que se compreenda a sua resposta de maneira crônica, tendo em vista que ao final encontramos desempenhos iguais, mas o processo de recuperação parece ter acontecido de maneira diferente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Concluimos, então que durante a execução do TM não há predominância de um grupamento do quadríceps femoral sobre outro e que o mesmo parece ser um bom estímulo para o sistema neuromuscular para desenvolver força rápida, as variáveis de desempenho se mantêm potencializadas posteriormente à atividade, e com este tipo de carga e pausas não apresentou característica de exercício excêntrico, não demandando nem 72h para sua recuperação.

Assim como o TM, o MA também não apresenta predominância entre os grupamentos e é igual em relação ao TM para este tipo de carga e apresenta possivelmente diferença somente na ativação EMG do RF, talvez devido à posição do corpo em relação à sobrecarga, apresentando ainda, diferença entre a carga externa no teste de 1RM, onde o MA tem cargas absolutas maiores que o TM.

Em geral, analisando qualitativamente a duração do efeito da carga aplicada neste protocolo parece durar mais tempo no TM do que no MA, ou seja, o TM demora mais tempo para retornar as variáveis aos níveis pré-sessão do que o MA, porém, a potencialização dos efeitos parece acontecer mais precocemente no MA na mesma

magnitude que no TM, não apresentando características de treinamento excêntrico em nenhum dos exercícios de acordo com as medidas aqui avaliadas e o protocolo utilizado.

## **APLICAÇÕES PRÁTICAS**

Treinadores devem controlar a carga de treinamento de seus atletas, assim como compreender bem os processos de recuperação das sessões aplicadas, respeitando a heterocronia das recuperações, para tanto a descrição de métodos utilizados no treinamento se tornam extremamente necessárias para sua adesão à um programa de treinamento de atletas.

Por isso, visou-se alcançar a descrição da aplicação aguda do TM comparada ao MA tornando possível melhor adequação à suas aplicações em programas de treinamento de jovens atletas, sendo que as sessões foram aplicadas de maneira muito próxima a realidade do treinamento, possuindo então, um caráter bastante aplicável e específico.

Não apresentando ainda variação na velocidade de execução entre as repetições, a potência gerada por cada contração e cada série, além da ativação EMG de uma série para outra nos indica que esse protocolo atendeu a expectativa de uma sessão de treinamento de força rápida sem acumulação de fadiga.

Para este tipo de sessão o TM e o MA se equivalem para o recrutamento das unidades motoras e demandas dos sistemas, porém, a carga externa do TM é menor que a do MA, o que pode ser um benefício quando pensamos em sobrecarga às estruturas funcionais, tais como a coluna e outras articulações.

Em uma sessão a duração do efeito da carga aplicada foi mais duradoura no TM, porém, 72h após ambos os grupos apresentavam desempenhos iguais, ou seja, o TM e o MA não se recuperam de maneiras iguais, mas, para este tipo de sessão 72h é suficiente para que haja recuperação dos sistemas. Sugere-se ainda que estudos futuros com aplicações crônicas de ambos exercícios sejam realizados para que se possam

compreender os possíveis efeitos de supercompensação, que tendem ser diferentes devido ao fato do tempo de duração dos efeitos das cargas terem apresentado diferença.

Além dos benefícios descritos cientificamente até aqui sobre a aplicação do TM, deve-se levar em consideração que este é um acessório bastante acessível devido ao seu baixo custo para aquisição e manutenção, e este fator é muito considerado por grande parte das instituições que trabalham com o desporto de base, por não possuírem grandes recursos financeiros para, por exemplo, adquirir uma sala de musculação por conta do valor financeiro para aquisição destes equipamentos, então, o TM pode ser uma alternativa de baixo custo, além da segurança do praticante durante o treinamento e praticidade da utilização do TM no atletismo por exemplo, pois permite a aplicação para bastantes atletas simultaneamente e na própria pista de atletismo, o que facilita para o treinador realizar combinações do TM com atividades específicas para os praticantes.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, F. S. M. et al. Analysis of electromyographic patterns during standard and declined squats. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 13, n. 2, p. 164–172, 2009.
- APPELL, H. J.; SOARES, J. M.; DUARTE, J. A. Exercise, muscle damage and fatigue. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 13, n. 2, p. 108–115, fev. 1992.
- BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 68, n. 4, p. 350–355, 1994.
- BARA FILHO, M. G. et al. Comparisson of different methods of internal load control in volleyball players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 2, p. 143–146, 2013.
- BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **Rev. bras. ciênc. mov**, v. 13, n. 2, p. 111–122, 2005.
- BLACK, C. D.; DOBSON, R. M. Prior eccentric exercise augments muscle pain and perception of effort during cycling exercise. **The Clinical Journal of Pain**, v. 29, n. 5, p. 443–449, maio 2013.

BORG, G. A. V. **Physical performance and perceived exertion**. Oxford, England: Univer. Lund, 1962.

BOSCO, C. **A Força Muscular: aspectos fisiológicos e aplicações práticas**. São Paulo: Phorte, 2007.

BOSCO, C.; KOMI, P. V. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 41, n. 4, p. 275–284, ago. 1979.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP PROCEDURES RECOMMENDATION I: ACCURATE ASSESSMENT OF MUSCULAR STRENGTH AND POWER. **Journal of Exercise Physiology**, v. 4, n. 11, p. 1–21, 2001.

BURKE, R. E.; EDGERTON, V. R. Motor unit properties and selective involvement in movement. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 3, p. 31–81, 1975.

BYRNE, C.; ESTON, R. The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 5, p. 417–425, maio 2002a.

BYRNE, C.; ESTON, R. Maximal-intensity isometric and dynamic exercise performance after eccentric muscle actions. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 12, p. 951–959, dez. 2002b.

CAMPOS, Y. A. et al. Relationship between the Anaerobic Threshold Identified Through Blood Lactate between the Discontinuous and Resisted Dynamic Exercises in Long Distance Runners. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 20, n. 1, 2017.

CAPPOZZO, A. et al. Lumbar spine loading during half-squat exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 17, n. 5, p. 613–620, out. 1985.

CHULVI-MEDRANO, I. Revisión narrativa del rol de la sentadilla en los programas de acondicionamiento neuromuscular y rehabilitación. **Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología**, p. 35–45, 2009.

CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists**, v. 81, n. 11 Suppl, p. S52-69, nov. 2002.

COLLIANDER, E. B.; TESCH, P. A. Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 140, n. 1, p. 31–39, set. 1990.

CROZARA, L. F. et al. Utility of electromyographic fatigue threshold during treadmill running. **Muscle & Nerve**, v. 52, n. 6, p. 1030–39, Dez 2015.

DA SILVA, M. E. et al. ANÁLISIS DE EMG DEL TIRANTE MUSCULADOR EN COMPARACIÓN CON EL DE MEDIA SENTADILLA. **Archivos de Medicina del Deporte**, v. 21, n. 1, p. 1–7, 2004.

DA SILVA, M. E. et al. Análisis electromiográfico y de percepción de esfuerzo del tirante musculador con respecto al ejercicio de medio squat. **Apuntes de Educación Física y Deportes**, n. 82, p. 45–52, 2005.

DE GRAAFF, V. **Anatomia Humana**. 6ª ed. [s.l.] Manole, 2003.

DE SOUZA, G. C. **EFEITO DO GINSENG PANAX SOBRE A RECUPERAÇÃO DE ATLETAS JOVENS APÓS EXERCÍCIO INTENSO COM ÊNFASE EXCÊNTRICA**. Dissertação—Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2017.

DOMINGOS, P. R. **ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA NO TIRANTE MUSCULADOR EM JOVENS ATLETAS**. Trabalho de Conclusão de Curso—Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2015.

DOMINGOS, P. R. et al. Comparison of Different Methods for Identification of Electromyography Threshold in Resistance Exercise. **International Archives of Medicine**, v. 9, 4 dez. 2016.

DUDLEY, G. A. et al. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 62, n. 6, p. 543–550, jun. 1991.

ESCAMILLA, R. F. et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 9, p. 1552–1566, set. 2001.

FAJARDO, J. T. **Entrenamiento de la fuerza em los deportes colectivos**. Centro de Estudos Deportes de Equipo, s/ ano.

FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 6, p. 578–586, ago. 2003.

FEHR, G. L. et al. Effectiveness of the open and closed kinetic chain exercises in the treatment of the patellofemoral pain syndrome. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 2, p. 66–70, abr. 2006.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1999.

GIMÉNEZ, J. R. **Tirante musculador** Barcelona, 2001.



HALAKI, M.; GI, K. Normalization of EMG Signals: To Normalize or Not to Normalize and What to Normalize to? In: NAIK, G. R. (Ed.). . **Computational Intelligence in Electromyography Analysis - A Perspective on Current Applications and Future Challenges**. [s.l.] InTech, 2012.

HATHER, B. M. et al. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 143, n. 2, p. 177–185, out. 1991.

HEDAYATPOUR, N.; FALLA, D. Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: Mechanisms and Considerations for Training, Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: Mechanisms and Considerations for Training. **BioMed Research International, BioMed Research International**, v. 2015, 2015, p. e193741, 12 out. 2015.

HODSON-TOLE, E. F.; WAKELING, J. M. Motor unit recruitment for dynamic tasks: current understanding and future directions. **Journal of Comparative Physiology. B, Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology**, v. 179, n. 1, p. 57–66, jan. 2009.

HOLLMANN, W.; HETTINGER, T. **Medicina do Esporte**. São Paulo: Manole, 1989.

HUNTER, A. M. et al. Effects of supramaximal exercise on the electromyographic signal. **British Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 4, p. 296–299, 1 ago. 2003.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 583–592, jun. 2005.

KAY, D. et al. Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 6, p. 425–431, 1 dez. 2000.

KAY, D. et al. Evidence for neuromuscular fatigue during high-intensity cycling in warm, humid conditions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 84, n. 1–2, p. 115–121, 1 fev. 2001.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 26, n. 1, p. 1–16, jul. 1998.

KIM, J.; LEE, J. The relationship of creatine kinase variability with body composition and muscle damage markers following eccentric muscle contractions. **Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry**, v. 19, n. 2, p. 123–129, jun. 2015.

KURIKI, H. U. et al. The Relationship Between Electromyography and Muscle Force. 2012.

LAM, P. L.; NG, G. Y. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 80, n. 11, p. 804–808, nov. 2001.

LEHMAN, G. J.; MCGILL, S. M. The importance of normalization in the interpretation of surface electromyography: A proof of principle. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 22, n. 7, p. 444–446, Setembro 1999.

MANSO, J. M. G. et al. Efecte de dos mètodes d'entrenament de la força sobre la musculatura extensora de l'articulació del genoll. **Apunts. Medicina de l'Esport**, v. 37, n. 139, p. 15–22, 2002.

MARCORA, S. M.; BOSIO, A. Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 17, n. 6, p. 662–671, dez. 2007.

MCDONAGH, M. J. N.; DAVIES, C. T. M. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. **European Journal of Applied Physiology**, v. 52, p. 417–434, 1984.

MEDINA, D. Guía de práctica clínica de las tendinopatías: diagnóstico, tratamiento y prevención. **Apunts: Medicina de l'esporte**, v. 47, n. 176, p. 143–168, 2012.

MERLETTI, R. Standards for reporting EMG data. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 9, n. 1, p. 3–4, 1999.

MICHÁN, C. L.; PEÑA, G.; HEREDIA, J. R. **El “tirante musculador” como medio de trabajo neuromuscular - Salud y Fitness | G-SE**, 2014. Disponível em: <<http://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/el-tirante-musculador-como-medio-de-trabajo-neuromuscular>>. Acesso em: 25 out. 2015

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. **Journal of Gerontology**, v. 35, n. 5, p. 672–682, set. 1980.

PIERRYNOWSKI, M. R.; MORRISON, J. B. A physiological model for the evaluation of muscular forces in human locomotion: theoretical aspects. **Mathematical Biosciences**, v. 75, n. 1, p. 69–101, 1 jul. 1985.

PRICE, D. D. et al. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. **Pain**, v. 17, n. 1, p. 45–56, set. 1983.

REINKING, M. F. et al. Assessment of quadriceps muscle performance by hand-held, isometric, and isokinetic dynamometry in patients with knee dysfunction. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 24, n. 3, p. 154–159, set. 1996.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 918–920, nov. 2004.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, fev. 2003.

RODRÍGUEZ, E. R. A. **Comparación del método pliométrico y el tirante muscular para el desarrollo de la capacidad de salto en mujeres voleibolistas de la ciudad de Bogotá**. Dissertação—[s.l: s.n.].

SARGENTIM, S. **Treinamento de Força no Futebol**. São Paulo: Phorte, 2010.

SCHMOLINSKY, G. **Atletismo**. Lisboa: Estampa, 1982.

SCHOENFELD, B. J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. [Review]. **Journal of Strength**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, out. 2010.

SCIASCIA, A.; UHL, T. RELIABILITY OF STRENGTH AND PERFORMANCE TESTING MEASURES AND THEIR ABILITY TO DIFFERENTIATE PERSONS WITH AND WITHOUT SHOULDER SYMPTOMS. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 5, p. 655–666, out. 2015.

SMITH, L. L. et al. Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 1–2, p. 61–67, maio 2000.

SOUSA, C. DE O. et al. Atividade eletromiográfica no agachamento nas posições de 40°, 60° e 90° de flexão do joelho. **Rev. bras. med. esporte**, v. 13, n. 5, p. 310–316, 2007.

SOUZA-TEIXEIRA, F. DE. Eccentric Resistance Training and Muscle Hypertrophy. **Journal of Sports Medicine & Doping Studies**, v. S1, n. 01, 2012.

SPARKES, R.; BEHM, D. G. Training adaptations associated with an 8-week instability resistance training program with recreationally active individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v. 24, n. 7, p. 1931–1941, jul. 2010.

TOMLJANOVIC, M. et al. Effects of five weeks of functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables. **Kinesiology**, v. 43, n. 2, p. 145–154, 2011.

WEINECK, J. **Anatomia Aplicada ao Esporte**. 3ª ed. São Paulo: Manole, 1990.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. 7ª ed. Barueri: Manole, 2005.

WILSON, J. M. et al. 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, mar. 2013.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

#### ***TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO***

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa *Tirante Musculador*® e Meio Agachamento: Comportamento Da Força rápida E Sua Recuperação. Nesta pesquisa pretendemos determinar a resposta eletromiográfica durante a execução do agachamento no *Tirante Musculador*® em força rápida e sua recuperação comparada ao do Meio Agachamento Guiado. O motivo que nos leva a estudar é a necessidade de embasamento dos métodos aplicados em um programa de treinamento, tais como suas respostas agudas, tanto durante o estímulo e sua recuperação. Sendo assim, existe a necessidade de se compreender o comportamento das variáveis aqui estudadas quando aplicado o TM em uma sessão de treinamento, para verificar os seus efeitos agudos.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Serão avaliados atletas de atletismo (14 a 20 anos), de ambos os sexos, participantes do projeto de extensão Centro Regional de Iniciação ao Atletismo – Lavras (CRIA – Lavras). A avaliação será realizada em 10 encontros, onde os participantes farão um teste de força máxima (1RM), um protocolo de sessão de treinamento no exercício, e retornarão ao laboratório de 24-24h para avaliação da recuperação, sendo coletado sangue (igual de exames rotineiros) 4 vezes (duas vezes para cada exercício). Posteriormente, essas medidas servirão para se compreender o comportamento do corpo em relação ao TM e MA para jovens atletas. Como benefício da participação, os participantes receberão uma avaliação física e de desempenho para prosseguimento em seu programa de treinamento. Este estudo apresenta riscos muito pequenos para o avaliado, tendo em vista que as sessões serão muito semelhantes às executadas em seu programa de treinamento normalmente, e as análises sanguíneas serão realizadas por laboratório altamente preparado e experiente para tal. Não serão gerados custos para o participante que concordar em participar do estudo. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em

riscos mínimos. A pesquisa contribuirá para o conhecimento do comportamento deste método para treinamento em jovens atletas, auxiliando os treinadores em sua posterior aplicação, e/ou talvez, até inclusão deste exercício em programas de treinamento para jovens desta idade.

Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a). O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O (A) Sr (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Estudos do Movimento Humano – LEMOH, e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa *Tirante Musculador*<sup>®</sup> E Meio Agachamento: Comportamento Da Força rápida E Sua Recuperação, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 .

\_\_\_\_\_  
Assinatura do  
participante

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

### ***TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO***

O menor \_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “*Tirante Musculador*® E Meio Agachamento: Comportamento Da Força Rápida E Sua Recuperação”. Nesta pesquisa, pretendemos determinar a resposta eletromiográfica durante a execução do agachamento no *Tirante Musculador*® em força rápida e sua recuperação comparada ao do Meio Agachamento Guiado.

O motivo que nos leva a estudar é a necessidade de conhecimento dos métodos aplicados em um programa de treinamento, durante o treino e sua recuperação. Sendo assim, existe a necessidade de se compreender o comportamento das variáveis aqui estudadas quando aplicado o TM em uma sessão de treinamento, para verificar os seus efeitos agudos.

Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): Serão avaliados atletas de atletismo (14 a 20 anos), de ambos os sexos, participantes do projeto de extensão Centro Regional de Iniciação ao Atletismo – Lavras (CRIA – Lavras). A avaliação será realizada em 10 encontros, onde os participantes farão um teste de força máxima (1RM), um protocolo de sessão de treinamento no exercício, e retornarão ao laboratório de 24-24h para avaliação da recuperação. Posteriormente, essas medidas servirão para se compreender o comportamento do corpo em relação ao TM e MA para jovens atletas. Como benefício da participação, os participantes receberão uma avaliação física e de desempenho para prosseguimento em seu programa de treinamento. Este

estudo apresenta riscos mínimos para o avaliado, tendo em vista que as sessões serão muito semelhantes às executadas em seu programa de treinamento normalmente. Não serão gerados custos para o participante que concordar em participar do estudo”. Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos. Haverá sigilo no uso e nas análises dos dados, a fim de evitar a divulgação indevida destas para outro fim que não seja para o estudo. A pesquisa contribuirá para “o conhecimento do comportamento deste método para treinamento em jovens atletas, auxiliando os treinadores em sua posterior aplicação, e/ou talvez, até inclusão deste exercício em programas de treinamento para jovens desta idade.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. Ele será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O (A) Sr. (a), como responsável pelo menor, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A participação dele (a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a). O pesquisador irá tratar a identidade do menor com padrões profissionais de sigilo. O menor não será identificado em nenhuma publicação. Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos. Os testes que serão realizados são de fácil execução e tratam-se essencialmente de exercícios de força. Caso o menor sinta desconforto no decorrer de algum procedimento, o mesmo será imediatamente interrompido e o menor poderá encerrar sua participação a qualquer momento, sem quaisquer prejuízos. Caso haja alguma eventualidade e o menor necessite de atendimento médico, este será imediatamente encaminhado pelo pesquisador responsável a unidade médica indicada pelo seguro da equipe em Lavras, MG. As informações como dados pessoais e resultados dos testes, estarão sob a responsabilidade dos responsáveis pela pesquisa sendo utilizados apenas e exclusivamente para os fins deste estudo e não serão divulgados em qualquer hipótese, exceto para o menor e para seu (a) técnico.

A pesquisa contribuirá para a comunidade científica, para treinadores e para atletas, pois pretende-se avaliar o comportamento do corpo frente à prática do *Tirante Musculador*®. O menor e seu treinador terão acesso aos resultados dos testes como carga máxima, potência gerada em cada um dos exercícios, e avaliação antropométrica, o que poderá auxiliá-los no planejamento dos treinos posteriormente.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável, por um período de 5(cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Faculdade de Educação Física e Desporto da Universidade Federal de Juiz de Fora e a outra será fornecida ao Sr. (a).

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, responsável pelo menor \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar a decisão do menor sob minha responsabilidade de participar, se assim o desejar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

---

Assinatura do(a)  
responsável

---

Assinatura do pesquisador



## APÊNDICE 2 – Termo de Assentimento

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Tirante Musculador® E Meio Agachamento: Comportamento Da Força Rápida E Sua Recuperação”.

Nesta pesquisa pretendemos entender a resposta do seu corpo durante a execução do agachamento no Tirante Musculador® e sua recuperação depois de fazer o exercício comparada ao do Meio Agachamento Guiado.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a necessidade de compreender os métodos aplicados no seu treino, como por exemplo, suas respostas na hora do exercício e sua recuperação (até 3 dias depois).

Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): Serão avaliados atletas de atletismo (14 a 20 anos), meninos e meninas, participantes do projeto de extensão Centro Regional de Iniciação ao Atletismo – Lavras (CRIA – Lavras). A avaliação será realizada em 10 encontros, onde os participantes farão dois testes de força máxima (1RM) – um no tirante e outro no agachamento, e dois treinos em cada exercício, e retornarão ao laboratório de 24-24h para avaliação da recuperação, sendo coletado sangue (igual de exames rotineiros) 4 vezes (duas vezes para cada exercício). Depois disso, essas medidas servirão para se compreender o comportamento do corpo em relação ao TM e MA para jovens atletas. Como benefício da participação, os participantes receberão uma avaliação física e de desempenho para prosseguimento em seu treino. Este estudo apresenta riscos muito pequenos para você, tendo em vista que as sessões serão muito semelhantes às executadas em seu dia-a-dia normalmente, e as análises sanguíneas serão realizadas por laboratório altamente preparado e experiente nas coletas. Não serão gerados custos para você que concordar em participar do nosso estudo.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a). O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos. Os testes que serão realizados são de fácil execução e tratam-se essencialmente de exercícios de academia. Caso você sinta desconforto no decorrer de algum procedimento, o mesmo será imediatamente interrompido e você poderá encerrar sua participação a qualquer momento, sem quaisquer prejuízos. Caso haja alguma eventualidade e você necessite de atendimento médico, será acionado o seguro da equipe e você será encaminhado para a unidade médica que o seguro indicarem Lavras, MG. As informações como dados pessoais e resultados dos testes, estarão sob a responsabilidade dos responsáveis pela pesquisa sendo utilizados apenas e exclusivamente para os fins deste estudo e não serão divulgados em qualquer hipótese, exceto para os próprios você e para seu técnico. A pesquisa contribuirá para a comunidade científica, para treinadores e para atletas, pois pretende-se avaliar a resposta do seu corpo frente aos dois exercícios utilizados no seu treino diário. Você e seu treinador terão acesso aos seus resultados dos testes como a força máxima, potência gerada em ambos os exercícios, e avaliação antropométrica, o que poderá auxiliá-los no planejamento dos treinos.

Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em

duas vias originais: sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclarecida minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

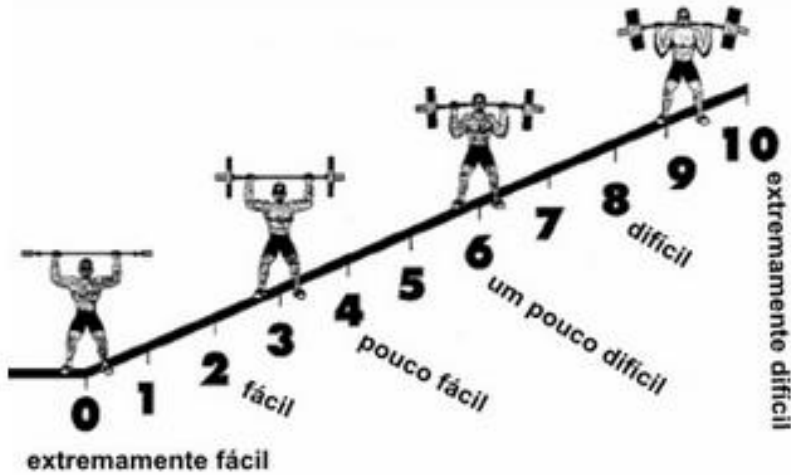
Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do menor

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

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 – OMNI Escala de Percepção Subjetiva para Exercícios Resistidos**  
(ROBERTSON *et al.*, 2003)



**ANEXO 2 – Escala de Qualidade Total de Recuperação (QTR) (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998)**

---

6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente bem recuperado

---

**ANEXO 3 – Escala Visual Analógica de Dor (PRICE *et al.*, 1983)**