



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Antônio Cláudio Paulodetto**

**RESPOSTAS NEUROMUSCULARES AGUDAS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE  
HIPERTROFIA, FORÇA MÁXIMA E POTÊNCIA EM HOMENS TREINADOS.**

**PIRACICABA**

**2015**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**RESPOSTAS NEUROMUSCULARES AGUDAS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE  
HIPERTROFIA, FORÇA MÁXIMA E POTÊNCIA EM HOMENS TREINADOS.**

**Antônio Cláudio Paulodetto**

**Orientador: Prof. Dr. PAULO HENRIQUE MARCHETTI**

Dissertação apresentada a Banca Examinadora do Programa de Pós-graduação em Educação Física da UNIMEP, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**PIRACICABA**

**2015**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecária: Carolina Segatto Vianna CRB-8/7617

P324r	<p>Paulodetto, Antônio Cláudio</p> <p>Respostas neuromusculares agudas a diferentes protocolos de hipertrofia, força máxima e potência em homens treinados / Antônio Cláudio Paulodetto. – 2015. 40 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Marchetti. Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Educação Física, 2015.</p> <p>1. Musculação. 2. Eletromiografia. I. Marchetti, Paulo Henrique. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU – 796.415</p>
-------	--

**Antônio Cláudio Paulodetto**

**RESPOSTAS NEUROMUSCULARES AGUDAS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE  
HIPERTROFIA, FORÇA MÁXIMA E POTÊNCIA EM HOMENS TREINADOS.**

Dissertação apresentada a Banca Examinadora do Programa de Pós-graduação em Educação Física da UNIMEP, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**Banca Examinadora**

---

**Prof. Dr. PAULO HENRIQUE MARCHETTI - UNIMEP**

**Orientador**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ANGÉLICA CASTILHO ALONSO - USP**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. IDA CARNEIRO MARTINS - UNIMEP**



Declaramos para os devidos fins, que **ANTÔNIO CLÁUDIO PAULODETTO**, Registro Acadêmico nº. 62.5057-5, tendo defendido publicamente sua dissertação nesta data, concluiu os créditos do Curso de Mestrado em 24 de Fevereiro de 2015, fazendo jus ao “Título de Mestre em Educação Física”.

## **DEDICATÓRIA**

Mãe e Pai, obrigado por cuidarem de mim e dos meus irmãos, ensinando tudo que a vida pode oferecer, com dignidade, respeito e educação. Com tantos conhecimentos adquiridos posso agora retribuir dedicando este trabalho a Laura Janeiro Paulodetto e Antônio Paulodetto.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Marchetti, amigo e meu ídolo de muitos anos de convivência, sempre me ensinando com dedicação e contribuindo para meu crescimento científico e intelectual.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angélica Castilho Alonso, agradeço a preocupação em contribuir com sugestões essenciais no desenvolvimento deste trabalho.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ida Carneiro Martins, amiga e uma mulher sensacional, que honra tê-la na banca, a competência de seus comentários e sugestões enriqueceram este trabalho.

A minha amiga Priscila Marchetti, esposa do Prof. Dr. Paulo Henrique Marchetti, auxiliando o meu amigo a ter paciência comigo.

Ao Prof. Dr. Cesar Augusto Casarin, pela amizade incondicional, sempre me incentivando e apoiando na construção deste trabalho e da minha vida.

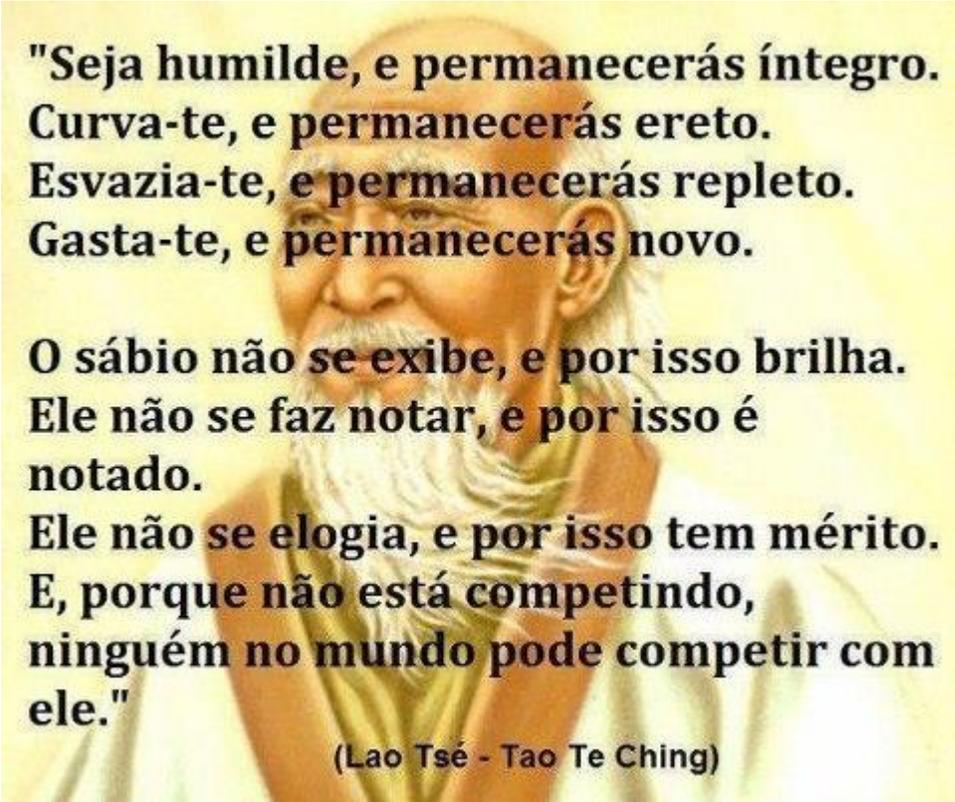
Ao Prof. Ms. José Carlos Bomfim de Lima, pela nossa amizade de muitos anos, um irmão que nos momentos de dificuldades, incentivou e ajudou a entender que todo aquele sacrifício contribuiria para meu crescimento.

Aos amigos Professores Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Aletha Silva Caetano, Prof. Dr. Anderson Caetano Paulo, Prof. Dr. Erinaldo Luiz de Andrade, Prof. Dr. Franck Shiguemitsu Suzuki, Prof. Dr. Gerson dos Santos Leite, Prof. Ms. Osmar Novaes Ferreira Junior, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Roberta Cortez Gaio, Prof. Ms. Vagner Mathias Pinto e a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivany Manzzo, todos de alguma forma contribuíram com seus tempos e conselhos, obrigado!

À Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, pela oportunidade de realização do curso de mestrado em Educação Física.

Aos meus colegas Willy, Erica, Jarbas, Daniel, Fernando Silvio e Enrico, que fazem parte do Grupo de Pesquisa do Marchetti, por toda ajuda durante as aulas, coletas e estudos. Sem eles, este trabalho não seria possível.

Aos meus Irmãos, Valéria e Ailton, aos meus cunhados Edgar e Silvana, aos meus sobrinhos Larissa, Gustavo, Mariana e Manuela, e a minha amiga Cleide, agradeço a todos pela confiança de me apoiarem, desde o início do trabalho e sempre na vida.



**"Seja humilde, e permanecerás íntegro.  
Curva-te, e permanecerás ereto.  
Esvazia-te, e permanecerás repleto.  
Gasta-te, e permanecerás novo.**

**O sábio não se exhibe, e por isso brilha.  
Ele não se faz notar, e por isso é  
notado.  
Ele não se elogia, e por isso tem mérito.  
E, porque não está competindo,  
ninguém no mundo pode competir com  
ele."**

**(Lao Tsé - Tao Te Ching)**

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi verificar respostas neuromusculares agudas frente a diferentes protocolos de treinamento de força do tipo hipertrófica, força máxima e potência em sujeitos treinados. A amostra foi composta por 14 indivíduos do sexo masculino (idade:  $25\pm 4$  anos, estatura:  $177\pm 4$  cm, massa corporal:  $79,5\pm 9$  kg, 1RM:  $19,7\pm 4$  kg), treinados em musculação por mais de 3 anos, aptos fisicamente para a realização do estudo. Para cada protocolo de força foi realizada uma flexão isométrica de cotovelo de acordo com o tipo de objetivo prescrito: hipertrofia (H) com 4 séries de 10 repetições a 75% de 1RM, com pausa passiva de 1 minuto e meio; força máxima (FM) com 11 séries de 3 repetições a 90% de 1RM, com pausa passiva de 5 minutos; potência (P) com 8 séries de 6 repetições a 30% de 1RM, com pausa passiva de 3 minutos. Um teste de flexão isométrica máxima de cotovelo (FIMC) foi realizado unilateralmente nos flexores de cotovelo em  $90^\circ$  antes e imediatamente após os protocolos de força. A avaliação mioelétrica do bíceps braquial foi realizada durante o teste de FIMC, antes e imediatamente após os protocolos de força. Para a variável load foi verificada diferença significativa entre os protocolos de força: Hipertrofia x Potência ( $P<0,001$ ,  $TE=3,15$ ,  $\Delta\%=57\%$ ); Hipertrofia x Máxima ( $P=0,03$ ,  $TE=0,85$ ,  $\Delta\%=18,8\%$ ); Máxima x Potência ( $P<0,001$ ,  $TE=3,54$ ,  $\Delta\%=65\%$ ). Para a variável, pico de força isométrica dos flexores de cotovelo foram verificadas diferenças significantes entre as condições pré e pós-treino para os protocolos de Hipertrofia ( $P<0,001$ ,  $TE=0,90$ ,  $\Delta\%=20\%$ ) e de Máxima ( $P=0,002$ ,  $TE=1,08$ ,  $\Delta\%=22,5\%$ ). Não foi observada diferença significativa entre as condições pré e pós-treino para o protocolo de Potência ( $\Delta\%=2\%$ ). Não foram observadas diferenças significantes entre protocolos de força na condição pré-treino ou pós-treino. Para a variável IEMG e frequência mediana não foram verificadas diferenças significantes entre condições (pré e pós-treino). Conclui-se que os protocolos de treinamento de força apresentam diferenças, sendo que a FM e H apresentam maiores valores médios de Load e nível de fadiga neuromuscular (baseado na variável dependente pico de força), quando comparados ao de potência. Todos os protocolos analisados não alteraram o padrão de ativação muscular do bíceps braquial frente ao exercício de flexão do cotovelo isométrico, em sujeitos treinados.

**Palavras-Chave:** musculação, eletromiografia, força.

## ABSTRACT

The aim of this study was to assess acute neuromuscular responses against different strength training protocols of the hypertrophic type, maximum strength and power in trained subjects. The sample consisted of 14 male subjects (age  $25 \pm 4$  years, height:  $177 \pm 4$  cm, body mass:  $79.5 \pm 9$  kg 1RM:  $19.7 \pm 4$  kg), weight trained for more 3 years, physically fit to perform the study. For each protocol was performed under an isometric elbow flexion according to the type of the specified target: hypertrophy (H) with 4 sets of 10 repetitions at 75% 1RM with passive pause of 1 minute and a half; maximum force (FM) with 11 sets of 3 repetitions at 90% of 1RM, with passive interruption of 5 minutes; power (P) series with 8 sets of 6 repetitions at 30% of 1RM, with passive break of 3 minutes. A maximal isometric elbow flexion test (FIMC) was performed unilaterally in the elbow flexors in 90 before and immediately after the force protocols. The myoelectric evaluation of the biceps was performed during the FIMC test, before and immediately after the force protocols. For the variable load was observed significant difference between the strength of protocols: Hypertrophy x Power ( $P < 0.001$ , TE = 3.15,  $\Delta\% = 57\%$ ); Maximum x hypertrophy ( $P = 0.03$ , TE = 0.85,  $\Delta\% = 18.8\%$ ); Maximum x Power ( $P < 0.001$ , TE = 3.54,  $\Delta\% = 65\%$ ). For the variable peak isometric strength of elbow flexors significant differences were found between pre- and post-training conditions for hypertrophy protocols ( $P < 0.001$ , TE = 0.90,  $\Delta\% = 20\%$ ) and Maximum ( $P = 0.002$ , TE = 1.08,  $\Delta\% = 22.5\%$ ). There was no significant difference between pre- and post-training conditions for the Power Protocol ( $\Delta\% = 2\%$ ). There were no significant differences between force protocols in pre-training and post-training condition. For IEMG variable and median frequency were not observed significant differences between conditions (pre- and post-workout). We conclude that strength training protocols differ, and the FM and H have higher average values of Load and level of neuromuscular fatigue (based on the dependent variable peak force) when compared to the power. All protocols examined did not alter the pattern of muscle activation of the brachial biceps forward to the exercise of isometric elbow flexion, in trained subjects.

**Keywords:** hypertrophy, strength, electromyography.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Posicionamento inicial e final para a avaliação de força máxima dinâmica. ....	21
Figura 2. Esquema do desenho experimental do estudo. ....	22
Figura 3. Posicionamento do membro superior durante coleta de dados. ....	23
Figura 4. Posicionamento da célula de carga. ....	24
Figura 5. Posicionamento dos eletrodos de eletromiografia. ....	25
Figura 6. Média e desvio padrão do Load entre os diferentes protocolos de força. * $P < 0,05$ .....	27
Figura 7. Média e desvio padrão do pico de força isométrica entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino. * $P < 0,05$ .....	28
Figura 8. Média e desvio padrão (a) IEMG e (b) frequência mediana da atividade muscular de bíceps braquial entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino. * $P < 0,05$ .....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM .....	American College of Sports Medicine
ADM .....	Amplitude de Movimento
ANOVA .....	Análise de Variância
BB .....	Bíceps Braquial
CONSORT .....	Statement Instructions for Reporting Randomized Clinical Trials
DP .....	Desvio Padrão
FIMC .....	Flexão Isométrica Máxima de Cotovelo
FM .....	Força Máxima
FMed .....	Frequência Mediana
H .....	Hipertrofia
Hz .....	Hertz
IEMG .....	Eletromiografia Superficial Integrada
P .....	Potência
RMS .....	Root-Mean Square
sEMG .....	Eletromiografia Superficial
TCLE .....	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TE .....	Tamanho do Efeito
1RM .....	Uma Repetição Máxima

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

% - percentual

DP - desvio padrão

cm - centímetros

*P* - nível de significância

m - metros

Kg - Quilogramas

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE ABREVIATURAS .....	12
LISTA DE SÍMBOLOS .....	13
1. INTRODUÇÃO .....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 CARACTERÍSTICAS AGUDAS DAS MANIFESTAÇÕES DE FORÇA .....	20
2.2 RESPOSTAS NEUROMUSCULARES AOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO DE FORÇA .....	22
3. OBJETIVO.....	24
3.1 OBJETIVO GERAL: .....	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	24
4. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	24
5. MATERIAIS E MÉTODOS .....	20
5.1 PARTICIPANTES .....	25
5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	25
5.3 PROCEDIMENTOS .....	26
5.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	30
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	31
6. RESULTADOS.....	31
6.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO DE FORÇA ISOMÉTRICA .....	31
6.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR.....	33
7. DISCUSSÃO.....	35

8. CONCLUSÃO .....	36
REFERÊNCIAS .....	37
ANEXO I. CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA (CEP) .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

Existem diferentes sistemas de treinamento que apresentam respostas agudas neurais, hormonais e metabólicas, as quais são responsáveis pelas adaptações crônicas decorrentes do treinamento da força (SMILIOS, PILIANIDIS, KARAMOUZIS e TOKMAKIDIS, 2003). Adaptações fisiológicas e estruturais que ocorrem com aumento da força imposta pelo treinamento são determinadas por fatores diversos: fatores neurais e musculares e são comumente chamadas de adaptações neuromusculares (PRESTES, FOSCHINI, MARCHETTI e CHARRO, 2010). A manipulação das variáveis agudas do treinamento como a sobrecarga, o número de séries e repetições, as pausas entre séries e exercícios, a velocidade de execução dos movimentos e as ações musculares, podem afetar os ajustes agudos e, possivelmente as adaptações crônicas a combinação proposta (CAMPOS e LUECKE, 2002; TOIGO e BOUTELLIER, 2006; OLIVEIRA, LIMA, GENTIL, SIMÕES, ÁVILA e SILVA, 2008). Dependendo de como estas variáveis são manipuladas, distintos ajustes e processos adaptativos ocorrem, e consequentes incrementos na força, potência, resistência e hipertrofia muscular em diferentes magnitudes (CAMPOS e LUECKE, 2002; TOIGO e BOUTELLIER, 2006; ZATSIORSKY e KRAEMER, 2008).

Desta forma, a prescrição do treinamento de força deve obedecer à correta manipulação das variáveis de acordo com o objetivo planejado (KRAEMER e RATAMESS, 2004). Portanto, deve-se considerar que diferentes ajustes quanto à carga, levam a diferentes resultados (FLECK e KRAEMER, 2006). A recomendação aplicada entre os protocolos a indivíduos saudáveis são: força hipertrófica (H) com intensidade moderada de 70-85% de uma repetição máxima (1RM), com 3 séries de 8-12 repetições, com pausa de 60 a 90 segundos; força máxima (FM) com intensidade mais altas de 85-90% de 1RM, volume mais baixo de 3 a 5 séries com 3-5 repetições com pausa prolongadas de 3 a 5 minutos; força explosiva, rápida ou potência (P) que envolve a aplicação de intensidade leves de 0-60% de 1RM para exercícios referente a membros inferiores e 30-60% de 1RM para exercícios de membros superiores, com 3 séries para 3-6 repetições em velocidade rápida de contração, com pausa de 60 a 90 segundos (RATAMESS, ALVAR,

EVETECH, HOUST, KIBLER, KRAEMER e TRIPLETT, 2009). Entretanto, tais recomendações consideram apenas os processos de ajuste fisiológico de uma conduta isolada, poucos são os estudos que analisaram os efeitos destes protocolos decorrentes de uma sessão inteira de treino. Assim, faltam informações sobre quais seriam as consequências de tais sessões de treino no controle neuromuscular e desempenho em sujeitos previamente treinados.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

O músculo esquelético é funcionalmente organizado com base no conceito de unidade motora que leva por intermédio da sua ativação a geração e o controle da força muscular (UCHIDA, CHARRO, BACURAU, NAVARRO e PONTES JÚNIOR, 2013). A unidade motora é composta pelo motoneurônio alfa (neurônio somático motor) e as fibras musculares (células musculares) inervadas através de múltiplos ramos de seu axônio. Sendo uma unidade ativada por um esforço voluntário, na qual todos os seus componentes são ativados sincronicamente. O motoneurônio alfa é uma estrutura neural em que seu soma (corpo celular) encontra-se no corno ventral da medula, possui diâmetro axonal relativamente grande e terminações nervosas que inervam fibras musculares unitárias. O encontro do axônio do motoneurônio alfa com a fibra muscular denomina-se junção neuromuscular, e é usualmente localizado no meio do ventre do músculo, constituindo o ponto motor. As fibras musculares de cada unidade motora em um músculo apresentam-se distribuídas dentro de fascículos ou, completamente misturadas dentro do músculo (CLAMANN, 1993; CLARK, 1998; DE DEYNE, 2001; DE LUCA, FOLEY e ERIM, 1996).

Cada músculo possui um certo número de unidades motoras, e cada unidade motora possui um número de fibras musculares inervadas, como por exemplo, os motoneurônios que inervam os músculos da coxa, podem acionar de centenas a milhares de fibras musculares, já os que inervam os dedos da mão e o globo ocular tem acionamento sobre apenas poucas (dezenas) fibras musculares, o que leva a entender a especificidade de cada unidade motora, para trabalhos mais intensos (força) a aquelas que envolvem maior delicadeza e precisão, respectivamente (ENOKA, 2000; FLECK e KRAEMER, 2006). Quando uma unidade motora é acionada ela ativa todas as

suas fibras musculares. O número de fibras musculares que cada motoneurônio inerva é chamada de proporção de inervação. Quanto menor a proporção de inervação, menos força é gerada e assim o controle do movimento se torna mais preciso. Assim como, quando a proporção de inervação é grande, maior a força gerada (ENOKA, 2000; FLECK e KRAEMER, 2006).

A estimulação dos motoneurônios, por meio dos potenciais de ação, inicia o processo de contração muscular. Em condições normais, os potenciais de ação percorrem o motoneurônio alfa e ativam as fibras da unidade motora. A membrana da fibra muscular é despolarizada, e o potencial de ação é propagado em ambas às direções, ao longo de seu comprimento. A estimulação da fibra muscular à sua despolarização é chamada de abalo, definida como a resposta de força no tempo, devido a um único impulso. Entretanto, cada unidade motora possui certo número de fibras musculares sendo ativadas sincronicamente (ENOKA, 2000; FLECK e KRAEMER, 2006).

Em um músculo, as unidades motoras possuem certa ordem de ativação para gerar força em um padrão motor específico. Esse ordenamento segue o que chamamos de Princípio do Tamanho proposto por Henneman em 1979, propondo que quando um conjunto de motoneurônios é ativado, os motoneurônios com os menores corpos celulares são recrutados primeiro por potenciais pós-sinápticos, pois esses possuem o menor limiar de disparo (despolarização). Com o aumento da taxa de disparo em relação à força, progressivamente grandes motoneurônios são recrutados. Dessa forma, parece existir uma forte correlação entre o tamanho do motoneurônio alfa e sua excitabilidade, tanto em contrações reflexas quanto voluntárias (BEHM, 1995; ENOKA, 2000; FLECK e KRAEMER, 2006; UCHIDA, CHARRO, BACURAU, NAVARRO e PONTES JÚNIOR, 2013). Outro fator relevante está relacionado à velocidade na qual o potencial de ação é propagado no axônio motor. Velocidades maiores de propagação são encontrados em motoneurônios alfa maiores (maior diâmetro axonal), que conseqüentemente inervam fibras musculares de contração rápida (tipo II). Já, motoneurônios alfa menores, possuem menor velocidade de condução axonal, inervando fibras musculares de contração lenta (tipo I) (ENOKA, 2000; FLECK e KRAEMER, 2006).

Esta ordem estereotipada de recrutamento possui três importantes conseqüências funcionais:

1. O recrutamento ordenado simplifica a tarefa de modulação da força. Para gerar uma quantidade de força desejada, os centros superiores necessitam determinar somente um nível total de informação para o conjunto de motoneurônios como um todo, portanto não tendo que especificar combinações seletivas de motoneurônios.
2. A ordem de recrutamento assegura que o aumento da força gerada por sucessivas ativações das unidades motoras aumenta a informação sináptica na proporção do limiar de força em que são recrutadas.
3. Um maior número de unidades motoras lentas é utilizado, e essas devem ser providas de um maior aporte metabólico.

Em adição à modulação da força muscular pelo recrutamento ordenado, o sistema nervoso pode variar a força por meio da modulação da taxa de disparo das unidades motoras. Taxa de disparo pode ser definida pela quantidade de vezes que os neurônios disparam os potenciais de ação, estando o aumento da força relacionado com o aumento da taxa de disparo que ocorre pela somação temporal dos abalos individuais (UCHIDA, CHARRO, BACURAU, NAVARRO e PONTES JÚNIOR, 2013).

A eletromiografia representa as propriedades elétricas do músculo e muitas vezes, é usada para monitorar a unidade central, por causa da relação entre a amplitude da EMG de superfície e atividade motora, além de que esta compreende a soma da contribuição elétrica de unidades motoras ativas e sua taxa de disparo (BEHM, 1995; DE LUCA, 2006). O treinamento de força vem sendo investigado por intermédio da eletromiografia de superfície, no intuito de obter respostas neuromusculares sobre hipóteses que levem a melhorias no desempenho físico e ganho de força. Considerando que as unidades motoras recrutadas e a taxa de disparo, durante o treinamento de força, respondem e se adaptam ao estímulo, o sinal eletromiográfico é uma ferramenta viável na investigação de diferentes protocolos de treinamento de força baseados na manipulação de suas variáveis agudas (DE LUCA, 1993; DE LUCA, 1997; 2006; DE LUCA, ROY e ERIM, 1993; FARINA, CESCONE e MERLETTI, 2002).

## 2.1 CARACTERÍSTICAS AGUDAS DAS MANIFESTAÇÕES DE FORÇA

O termo força é aplicado quando da interação entre dois corpos, realizado no corpo humano por intermédio de músculos. A força muscular pode ser caracterizada pela ação de um ou mais músculos, e depende de suas características mecânicas, fisiológicas, quanto ao tipo movimento e velocidade (MARCHETTI e LOPES, 2014). A ativação coordenada dos músculos esqueléticos, pelo sistema nervoso central, visa gerar ações específicas no desempenho de diferentes movimentos que agem por meio de um sistema de alavancas (ENOKA, 2000). Tais ações coordenadas podem ser influenciadas por diferentes demandas quanto ao volume ou intensidade das variáveis agudas de carga, como repetições, sobrecarga, intervalo, velocidade, dentre outras, (KRAEMER, RATAMESS, FRY, TRIPLETT-MCBRIDE, KOZIRIS, BAUER, LYNCH e FLECK, 2000), sendo que as diferentes adaptações do treinamento de força são decorrentes das mesmas. Desta forma, os diferentes sistemas: neural; mecânico; hormonal e imunológico podem ser afetados pela manipulação das variáveis agudas de treino.

Baseado nestas diferentes formas de manipulação aguda da carga de treino, existem diferentes protocolos de treinamento de força, visando tanto respostas agudas quanto adaptações crônicas ao treinamento de força. Dentre as várias formas de manipulação de carga, a literatura científica apresenta e preconiza algumas combinações que apresentam resultados distintos e específicos para diferentes objetivos de treino (FOLLAND e WILLIAMS, 2007; KRAEMER, RATAMESS, FRY, TRIPLETT-MCBRIDE, KOZIRIS, BAUER, LYNCH e FLECK, 2000; PRESTES, FOSCHINI, MARCHETTI e CHARRO, 2010; RATAMESS, ALVAR, EVETECH, HOUST, KIBLER, KRAEMER e TRIPLETT, 2009). O protocolo de força máxima pode ser definido como aquele que apresenta maior grau de estimulação de força que o sistema neuromuscular pode desenvolver por meio de contração voluntária máxima. Este tipo de protocolo visa à utilização de alta intensidade e relativo baixo volume, traduzido em um pequeno número de repetições de 1 a 6, e sobrecarga entre 85 a 100% de uma repetição máxima (1RM), a velocidade de execução é lenta com longos intervalos de recuperação de 2 a 5 minutos (KRAEMER, RATAMESS, FRY, TRIPLETT-MCBRIDE, KOZIRIS, BAUER, LYNCH e FLECK, 2000; LIN e CHEN, 2012; PRESTES, FOSCHINI, MARCHETTI e CHARRO, 2010;

RATAMESS, ALVAR, EVETOCH, HOUST, KIBLER, KRAEMER e TRIPLETT, 2009). O objetivo é gerar o maior recrutamento possível de fibras musculares, aumentado à taxa e a amplitude das sinapses dos neurônios motores, aprimorando a coordenação inter e intramuscular, além de permitir total ressíntese da via energética anaeróbica alática entre as séries, a fim de sustentar a intensidade ao longo da sessão de treinamento (KRAEMER, RATAMESS, FRY, TRIPLETT-MCBRIDE, KOZIRIS, BAUER, LYNCH e FLECK, 2000; LIN e CHEN, 2012; PRESTES, FOSCHINI, MARCHETTI e CHARRO, 2010; RATAMESS, ALVAR, EVETOCH, HOUST, KIBLER, KRAEMER e TRIPLETT, 2009).

O protocolo de força explosiva ou potência depende da relação entre a força gerada e a velocidade de movimento, utilizando séries múltiplas, número baixo de repetições de 6 a 10, realizadas em alta velocidade, ou até mesmo de forma balística. A carga prescrita varia de 0 a 60% de uma repetição máxima (1RM), com alta intensidade, dependendo do tipo de exercício e a musculatura envolvida. Os intervalos de recuperação são mais longos (de 2 a 3 minutos) (KRAEMER, RATAMESS, FRY, TRIPLETT-MCBRIDE, KOZIRIS, BAUER, LYNCH e FLECK, 2000; LIN e CHEN, 2012; PRESTES, FOSCHINI, MARCHETTI e CHARRO, 2010; RATAMESS, ALVAR, EVETOCH, HOUST, KIBLER, KRAEMER e TRIPLETT, 2009).

No protocolo de força hipertrófica a intensidade pode ser considerada moderada a alta e varia de 60 a 85% de uma repetição máxima (1RM), é utilizada uma quantidade maior de repetições, períodos curtos de recuperação entre séries e entre exercícios (de meio minuto a 1 minuto e meio), além de velocidade considerada moderada-lenta (KRAEMER, RATAMESS, FRY, TRIPLETT-MCBRIDE, KOZIRIS, BAUER, LYNCH e FLECK, 2000; LIN e CHEN, 2012; PRESTES, FOSCHINI, MARCHETTI e CHARRO, 2010; RATAMESS, ALVAR, EVETOCH, HOUST, KIBLER, KRAEMER e TRIPLETT, 2009).

Os protocolos acima citados afetam os diferentes sistemas biológicos de formas distintas. As adaptações do sistema neuromuscular podem afetar o recrutamento ou taxa de disparo das unidades motoras do músculo alvo (adaptação intramuscular) ou a relação sinérgica entre os músculos (adaptação intermuscular). A atividade muscular pode ser indiretamente avaliada por meio de técnicas de análise como a eletromiografia, a qual mensura os potenciais iônicos de

membrana das células musculares, determinando certo grau de participação do músculo na ação (MARCHETTI e CHARRO, 2006; MARCHETTI e DUARTE, 2007; 2011).

## **2.2 RESPOSTAS NEUROMUSCULARES AOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO DE FORÇA**

Quanto às respostas neuromusculares ao treinamento de força, Behm (1995) considera que para garantir adaptações neurais na sessão de treino é fundamental o estresse de todas as unidades motoras, principalmente as de alto limiar (tipo II), visando alcançar a máxima ativação e até mesmo hipertrofia. Já os protocolos de potência visam o aumento da velocidade de contração e produção de força rápida (BEHM, 1995; MARCHETTI e LOPES, 2014). A eletromiografia pode ser uma técnica interessante de análise do padrão de ativação muscular durante os diferentes protocolos visando entender suas diferenças em relação aos ajustes locais e inferir quanto aos centrais (BEHM, 1995; FISHER, STEELE, BRUCE-LOW e SMITH, 2011; MARCHETTI e DUARTE, 2007; 2011). Além da eletromiografia, o cálculo do load é reconhecido no treinamento como uma importante variável no controle da carga de treino e respostas fisiológicas (TRAN e DOCHERTY, 2006). Normalmente, o load é calculado como o produto das repetições, séries e sobrecarga (considerando a mesma amplitude de movimento) utilizada em uma sessão de treino, além de possuir relação direta com o tempo sob tensão. O tempo sob tensão também pode ser um parâmetro de medida do grau de estresse muscular à uma determinada sobrecarga e repetições de treino, e desta forma, pode ser associada às respostas eletromiográficas.

No estudo de McCaulley *et al.*, (2009) foram verificadas as respostas agudas neuromusculares e hormonais frente a três diferentes tipos de protocolos: hipertrofia (H), força máxima (FM) e potência (P) dentro de uma única sessão, com volumes equalizados comparando a manipulação da intensidade e pausa. Foi realizado o exercício de agachamento isométrico a 90° de ângulo do joelho para os seguintes protocolos: Hipertrofia (H) com 4 séries de 10 repetições a 75% de 1RM, com 1 minutos e 30 segundos de pausa, Força Máxima (FM) com 11 séries de 3 repetições a 90% de 1RM, com 5 minutos de pausa e Potência (P) com 8 séries de 6 repetições de

saltos concêntricos (*concentric jump*) utilizando com 0% de 1 RM (peso corporal), com 3 minutos de pausa. Foram realizados testes nas condições antes e imediatamente após a intervenção, visando avaliar a força de pico, a taxa de desenvolvimento de força e a atividade muscular a partir do vasto medial e bíceps femoral. O percentual em repouso da atividade muscular do vasto medial imediatamente após foi significativamente maior no protocolo de Hipertrofia quando comparado ao protocolo de Força Máxima. No protocolo de Hipertrofia também observou-se um padrão único de atividade muscular. Os protocolos de treinamento de força de intensidade e descansos variados mostraram diferentes respostas neuromusculares agudas as quais indicam um único estímulo fisiológico.

O estudo de Arazi *et al.*, (2014) comparou o efeito de três diferentes tipos de exercícios de força sobre as respostas eletromiográficas (IEMG) em atletas recreacionais. Foram avaliados 24 homens, divididos em três grupos experimentais. Os participantes realizaram exercícios de extensão do joelho com (1) cadência lenta: 3-3, 3s para cada ação concêntrica e excêntrica com 50% de 1 RM, (2) cadência normal: 1-1, 1s para cada ação concêntrica e excêntrica com 80% de 1 RM e (3) cadência tradicional: 2-4, 2s para ação concêntrica e 4s para excêntrica com 80% de 1 RM). A eletromiografia foi utilizada antes e imediatamente depois da realização de 4 séries do exercício de força. Cada método diminuiu significativamente a eletromiografia, entretanto não foram verificadas diferenças entre os grupos. Considerando o tempo de trabalho sobre a tensão foi mais alto durante o método tradicional do que nos outros métodos, no entanto, no método lento o tempo de trabalho foi mais alto do que para o método normal. O volume da carga foi mais alto durante o método normal do que nos outros dois métodos, porém durante o método tradicional, o volume da carga foi mais alto que no método lento. Os resultados indicaram que a intensidade do exercício durante o exercício de força é importante, porém o método lento poderá induzir respostas neuromusculares agudas, tanto quanto os métodos de alta intensidade. Isto indica que este método pode ser mais vantajoso para aqueles que querem alterar as mudanças neuromusculares agudas com exercício de baixo volume e baixa intensidade.

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL:**

Verificar os ajustes neuromusculares e de desempenho em diferentes protocolos de treinamento de força em sujeitos treinados.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Avaliar o load nos diferentes protocolos de treinamento de força (hipertrófica, força máxima e potência), em sujeitos treinados.

Mensurar as mudanças no desempenho muscular por meio do pico da força isométrica frente ao exercício de flexão do cotovelo isométrico, antes e após diferentes protocolos de treinamento de força (hipertrófica, força máxima e potência), em sujeitos treinados.

Mensurar as alterações no padrão de ativação muscular do bíceps braquial frente ao exercício de flexão do cotovelo isométrico, antes e após diferentes protocolos de treinamento de força (hipertrófica, força máxima e potência), em sujeitos treinados.

### **4. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA**

O presente trabalho justifica-se pela necessidade de se entender os diferentes ajustes neuromusculares frente à diferentes protocolos de força, visando aprimorar possíveis escolhas, na carga de treino, para diferentes objetivos em sujeitos treinados. Além disto, poucos estudos avaliaram os ajustes no desempenho via força isométrica e atividade muscular após tais protocolos de força, o que é fundamental para a correta prescrição do treinamento e consequente adaptações crônicas. Este conhecimento poderá auxiliar os treinadores e educadores físicos na otimização do desempenho neuromuscular, em praticantes de musculação, quanto às diferenças que ocorrem com a manipulação das variáveis agudas de carga no treinamento de força.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo experimental com desenho cruzado e aleatorizado, prospectivo, que foi realizado no laboratório de Performance Humana da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), baseado nas recomendações do CONSORT (MARTINS, SOUZA e OLIVEIRA, 2009).

### **5.1 PARTICIPANTES**

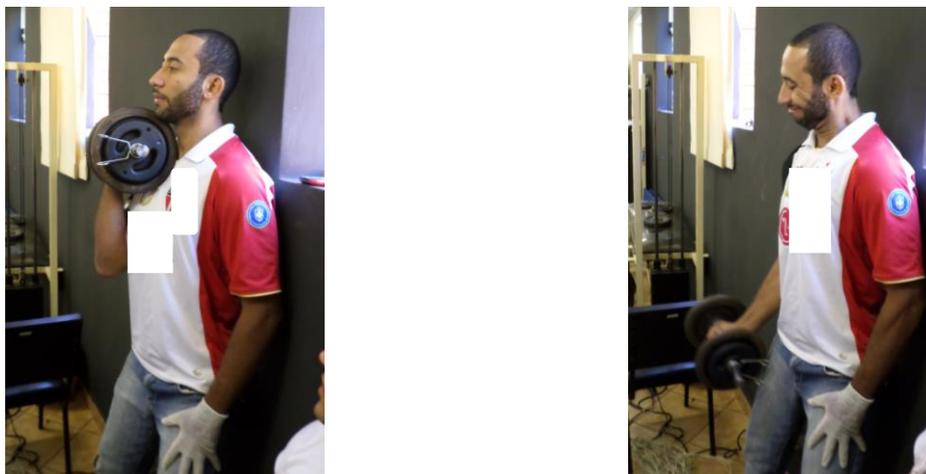
A amostra foi composta por 14 indivíduos do sexo masculino (idade:  $25\pm 4$  anos, estatura:  $177\pm 4$  cm, massa corporal:  $79,5\pm 9$  kg, 1RM:  $19,7\pm 4$  kg), treinados em musculação por mais de 3 anos, aptos fisicamente para a realização do estudo. Dos 14 sujeitos apenas um apresentou dominância manual esquerda. O número de sujeitos foi determinado utilizando os dados do pico de força e pico de potência, de um estudo piloto previamente realizado, com indivíduos que possuem as mesmas características da que foi empregada no presente estudo, baseado em significância de 5% e um poder do teste de 80% (ENG, 2003). Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais por meio de uma reunião entre os responsáveis pelo estudo e os sujeitos, na qual foram esclarecidos de forma clara e detalhada os objetivos, a metodologia, os benefícios relacionados ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (Protocolo #19/13, ANEXO I). A metodologia proposta foi formulada respeitando resoluções 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### **5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

Foram adotados como critérios de inclusão: (1) ser praticante de treinamento de força por no mínimo um ano; (2) ter idade compreendida entre 18 e 30 anos; (3) não possuir cirurgia prévia ou lesões no membro superior e tronco; (4) não possuir qualquer acometimento músculo-esquelético em membros superiores e no tronco. Todos os critérios utilizados para selecionar a amostra reduzem a variabilidade das respostas neuromusculares do presente estudo.

### 5.3 PROCEDIMENTOS

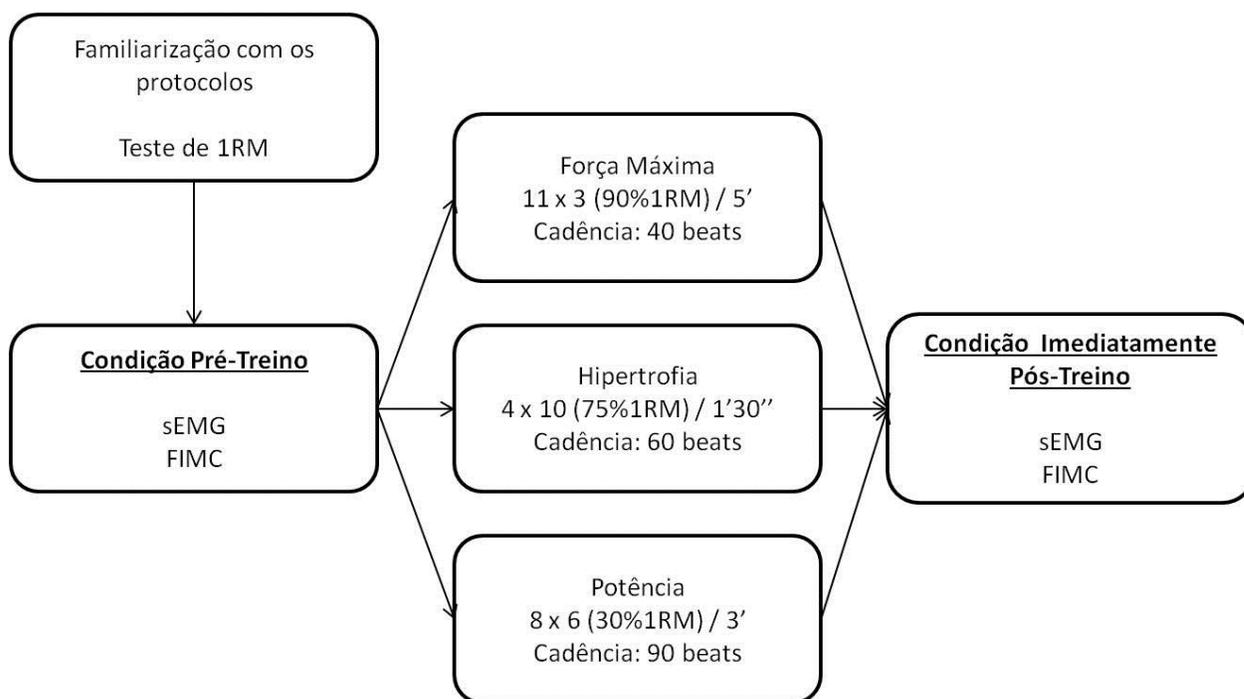
Todos os sujeitos se apresentaram no laboratório em 4 ocasiões, espaçadas de no mínimo 48hs. Na primeira visita, os dados antropométricos (massa corporal, estatura e comprimento de antebraço) foram mensurados e os sujeitos foram questionados sobre o tempo e nível de condição física, dominância manual e idade. Então, os sujeitos foram familiarizados com os procedimentos utilizados. Um teste de força máxima (1RM) (BROWN, 2007) foi realizado utilizando a flexão unilateral de cotovelo a 90° com o membro superior dominante (Figura 1). Essa avaliação possibilitou o cálculo da intensidade aplicada em cada protocolo experimental.



**Figura 1.** Posicionamento inicial e final para a avaliação de força máxima dinâmica (1RM).

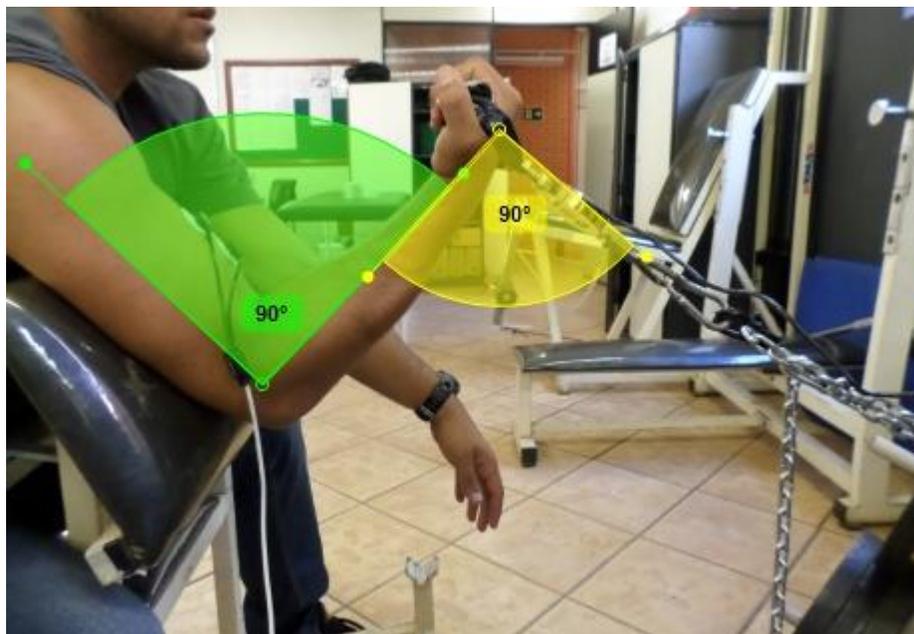
Após a primeira visita, os sujeitos realizaram três protocolos experimentais de treinamento de força para os membros superiores aleatorizados (realizados um em cada visita). Os protocolos experimentais foram: hipertrofia (H), força máxima (FM), potência (P) (Figura 2). Foi aplicado um intervalo de uma semana entre as visitas. O número de séries, repetições e intensidade foram projetados para que o volume de cada protocolo fosse equalizado pela carga total de treino (series x repetições x sobrecarga), mas com intensidades relativas (%1RM) variadas. Segue abaixo a explicação de como cada protocolo de força foi realizado:

1. Hipertrofia (H): composto por 4 séries de 10 repetições de flexão simultânea do cotovelo a 75% de 1RM, com períodos de descanso passivo de 1 minuto e meio e cadência de 60 beats.
2. Força Máxima (FM): composto por 11 séries de 3 repetições de flexão simultânea do cotovelo a 90% de 1RM, com períodos de descanso passivo de 5 minutos e cadência de 40 beats.
3. Potência (P): composto por 8 séries de 6 repetições de flexão simultânea do cotovelo a 30% de 1RM, com períodos de descanso passivo de 3 minutos e cadência de 90 beats.



**Figura 2.** Esquema do desenho experimental do estudo (adaptado de McCaulley *et al.*, (2009).

Um teste de força máxima isométrica unilateral e eletromiografia superficial foram realizados para os flexores de cotovelo (em 90°) antes e após cada protocolo de força. O sujeito permaneceu sentado com o membro dominante apoiado no banco scott e segurando uma célula de carga posicionada perpendicularmente ao antebraço (Figura 3).



**Figura 3.** Posicionamento do membro superior durante coleta de dados.

Segue abaixo a descrição dos testes:

- a. Teste de flexão isométrica máxima do cotovelo (FIMC):** O teste FIMC foi realizado unilateralmente através da flexão do cotovelo em um ângulo de tração de  $90^\circ$  contra uma célula de carga (CEFISE, São José dos Campos, Brasil), iniciando a contração o mais rápido possível e mantendo a contração máxima por 10 segundos. As coletas foram realizadas antes e imediatamente após cada protocolo de força. A frequência de aquisição foi de 100Hz (Figura 4).



**Figura 4.** Posicionamento da célula de carga.

- b. Eletromiografia Superficial (sEMG)** (Figura 5): A avaliação mioelétrica do bíceps braquial foi realizada durante o teste de FIMC, antes e imediatamente após os protocolos de força. Para a coleta dos dados de sEMG foi utilizado um eletromiógrafo de 2 canais (EMG System do Brasil, Brasil). Foram utilizados um par de eletrodos ativos de superfície, circulares, auto-adesivos, Ag/AgCl com 1cm de diâmetro, com espaçamento de 2 cm de centro a centro entre os eletrodos, associados a um gel condutor, sendo colocados sobre o músculo bíceps braquial (BB) do membro dominante. A localização específica dos eletrodos no BB foi norteada segundo as recomendações do SENIAM (*Surface EMG for a non-invasive assessment of muscles*) (HERMENS, FRERIKS, DISSELHORST-KLUG e RAU, 2000), sendo posicionado na linha medial entre o acrômio e a fossa cubital, e a 1/3 da fossa cubital. Para a colocação dos eletrodos os pêlos foram removidos da região e leve abrasão foi realizada na pele para remoção das células mortas e redução da impedância. O eletrodo monopolar de referência auto-adesivo, Ag/AgCl com 1cm de diâmetro, associado a um gel condutor, foi colocado na proeminência óssea da clavícula.



**Figura 5.** Posicionamento dos eletrodos de eletromiografia.

#### 5.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise do desempenho foi mensurada por intermédio do load, antes e após cada protocolo de força. O load foi definido por meio do cálculo que segue: Load é número de séries x número de repetições x sobrecarga, em kg (IDE, LOPES e SARRAIPA, 2010).

Todos os dados sEMG e de força foram analisados por meio de uma rotina escrita no software Matlab (Mathworks Inc., EUA). Para a FIMC os dados foram filtrados com um filtro passa baixa *Butterworth* de 4a ordem, com frequência de corte de 10 Hz. Então, foram definidos o pico de força isométrica máxima durante os 10 segundos. Para a atividade mioelétrica foram utilizados apenas 3 segundos de ativação máxima, removendo o primeiro e do 4º segundo em diante do sinal sEMG, visando evitar ajustes corporais ou o efeito da fadiga. O processamento do sinal sEMG seguiu a seguinte ordem: os sinais sEMG foram filtrados com um filtro de 4a ordem, passa banda entre 20-400 Hz, e atraso de fase zero. Foi utilizada a root-mean square (RMS) com uma janela de 200 ms, para a amplitude do sinal sEMG (RMS EMG). Então, foi calculada a área

sobre a curva do RMS EMG, definido-se a sEMG integrada (IEMG). Para a análise no domínio de frequências foi utilizada a transformada rápida de Fourier para o intervalo de 1 segundo. A frequência mediana (FMed) do espectro de potência foi calculada para cada condição e utilizada para posterior análise.

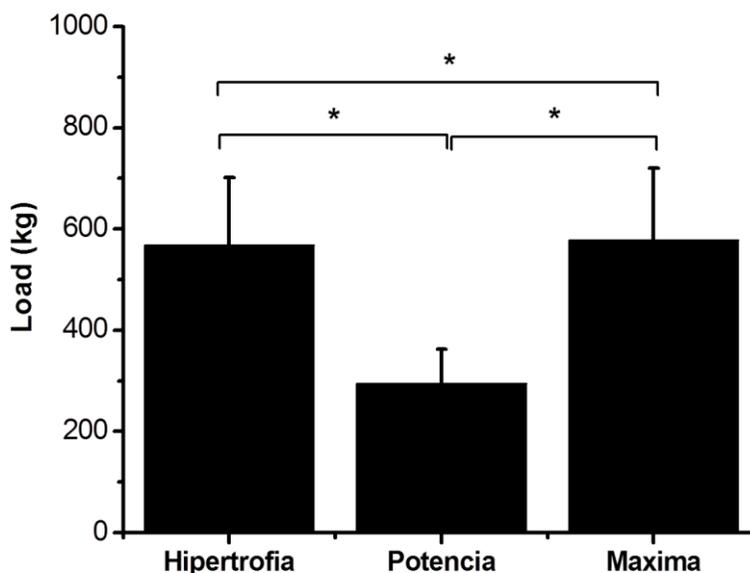
## 5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Todos os dados foram reportados através da média e desvio padrão (DP) da média. ANOVA (2x3) com medidas repetidas foi utilizada para comparar as diferenças das variáveis dependentes (pico de força máxima isométrica e impulso) analisadas entre condições (pré e pós) e protocolos de força (Hipertrofia, Máxima e Potência). Um post hoc de *Bonferroni* foi utilizado para verificar as diferenças. Uma one-way ANOVA foi utilizada para comparar as diferenças das variáveis dependentes (Load) para os protocolos de força (Hipertrofia, Máxima e Potência). O cálculo do tamanho do efeito (TE) foi realizado por meio da fórmula de Cohen e os resultados se basearam nos seguintes critérios: <0,35 efeito trivial; 0,35-0,80 pequeno efeito; 0,80-1,50 efeito moderado; e >1,50 grande efeito, para sujeitos treinados recreacionalmente, baseado em Rhea (2004). Significância de 5% foi utilizada para todos os testes estatísticos, através do software SPSS versão 21.0.

## 6. RESULTADOS

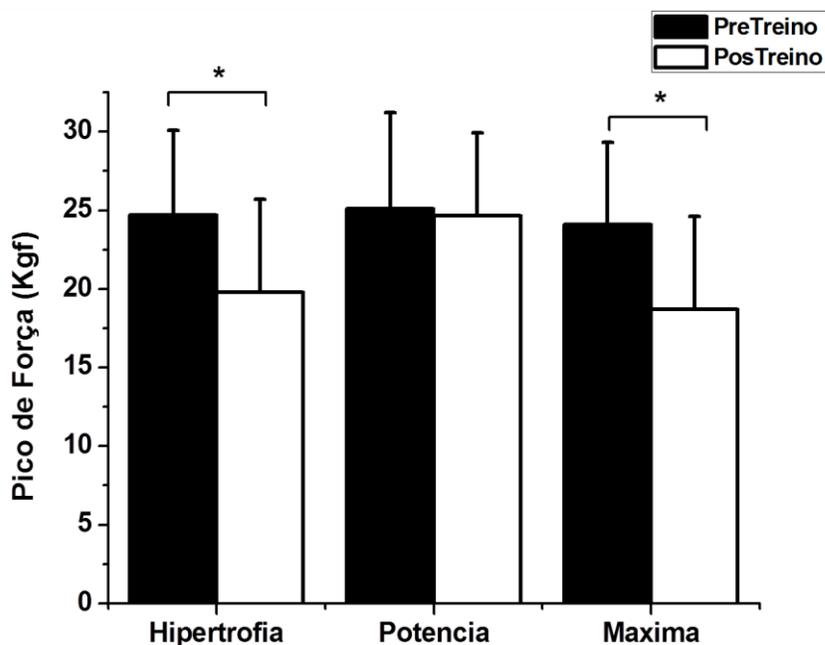
### 6.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO DE FORÇA ISOMÉTRICA:

Para a variável load (Figura 6) foi verificada diferença significativa entre os protocolos de força: Hipertrofia x Potência ( $P<0,001$ , TE=3,15,  $\Delta\%=57\%$ ); Hipertrofia x Máxima ( $P=0,03$ , TE=0,85,  $\Delta\%=18,8\%$ ); Máxima x Potência ( $P<0,001$ , TE=3,54,  $\Delta\%=65\%$ ).



**Figura 6.** Média e desvio padrão do Load entre os diferentes protocolos de força. \* $P < 0,05$ .

Para a variável pico de força isométrica dos flexores de cotovelo (Figura 7) foram verificadas diferenças significantes entre as condições pré e pós-treino para os protocolos de Hipertrofia ( $P < 0,001$ , TE=0,90,  $\Delta\% = 20\%$ ) e de Máxima ( $P = 0,002$ , TE=1,08,  $\Delta\% = 22,5\%$ ). Não foi observada diferença significativa entre as condições pré e pós-treino para o protocolo de Potência ( $\Delta\% = 2\%$ ). Não foram observadas diferenças significantes entre protocolos de força na condição pré-treino ou pós-treino.

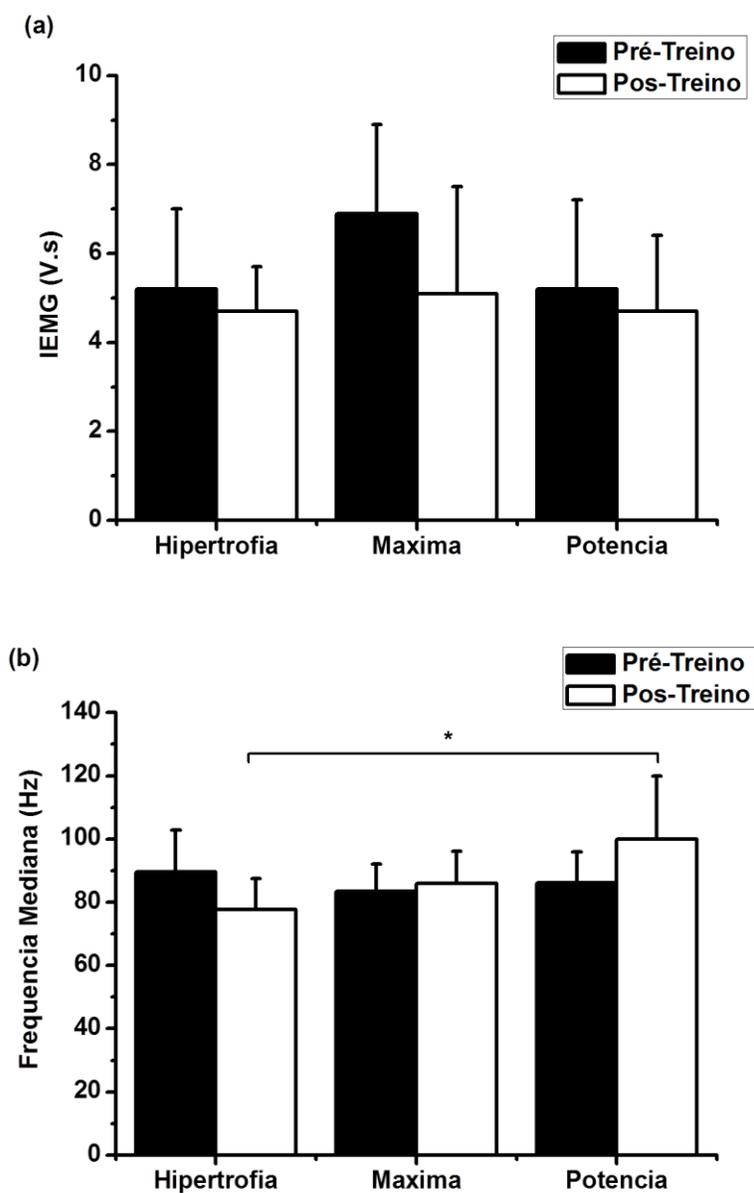


**Figura 7.** Média e desvio padrão do pico de força isométrica entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino. \* $P < 0,05$ .

## 6.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR:

Para a variável IEMG (Figura 8a) não foram verificadas diferenças significantes entre as condições pré e pós-treino para os protocolos de força, entretanto a redução percentual foi de: Hipertrofia: 11,2%, Máxima: 26,5% e Potência: 10,5%.

Para a variável frequência mediana (Figura 8b) não foram verificadas diferenças significantes entre as condições pré e pós-treino para os protocolos de força. Não foi observada diferença significante entre os protocolos de força na condição pré-treino, entretanto a redução percentual foi de: Hipertrofia: 13%, Máxima: 3% e Potência: 13,6%. Foi observada diferença significante na condição pós-treino entre os protocolos de força: Hipertrofia x Potência ( $P=0,038$ ,  $TE=1,39$ ).



**Figura 8.** Média e desvio padrão (a) IEMG e (b) frequência mediana da atividade muscular de bíceps braquial entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino.  $*P < 0,05$ .

## 7. DISCUSSÃO

Dentre os objetivos propostos para a análise do desempenho (Load) entre protocolos de treinamento de força, em sujeitos treinados, observou-se um grande efeito quando se comparou os protocolos de H e FM com P (57% e 65%, respectivamente). Foi observada uma diferença de 18,8% no Load entre os protocolos de força máxima e hipertrofia, sendo que o de FM apresentou maiores valores médios e um efeito do tamanho moderado. Tran *et al.*, (2006) mostram que o volume de treinamento equalizado é a variável determinante para os ajustes neuromusculares, e possivelmente, a relação entre volume e intensidade foram determinantes no load total, além de que a cadência utilizada pode afetar o tempo total sob tensão. Não foi encontrada na literatura científica valores de Load específicos para cada protocolo do treinamento de força, utilizando volume equalizado, sendo que o estudo de McCaulley *et al.*, (2009) apresenta o mesmo protocolo, entretanto não avaliou as variáveis Load ou mesmo o tempo sob tensão, baseado na velocidade/cadência de cada protocolo.

Quanto ao desempenho muscular, por meio do pico da força isométrica, observou-se queda significativa apenas para os protocolos de FM e H (22% e 20%, respectivamente), sendo que o protocolo de P apresentou apenas 2% de variação entre as condições pré e pós-treino. Os resultados de pico de força encontrados corroboram os achados do Load, onde quanto maior foi o trabalho muscular, maior o nível de fadiga neuromuscular. Os resultados do presente estudo não corroboram os achados de McCaulley *et al.*, (2009), onde a H apresentou maior queda na força, seguida pela FM e P. Estas diferenças nos resultados podem estar relacionadas ao controle da cadência realizada apenas no presente trabalho, sendo que o controle da velocidade de execução afeta diretamente o tempo sob tensão do músculo, e conseqüentemente pode alterar o nível de fadiga neuromuscular, resultando em queda do desempenho da força.

Em relação a atividade muscular do flexor de cotovelo, os diferentes protocolos não apresentaram diferenças significantes, entretanto a variação percentual entre as condições pré e pós-treino foram similares aos resultados de McCaulley *et al.*, (2009). Onde, no presente estudo houve redução percentual da amplitude do sinal EMG para a FM, seguido da H e P (26,5%,

11,2% e 10,5%, respectivamente) e aumento da frequência mediana para P, seguido de H e FM (13,6%, 13%, 3%, respectivamente). A amplitude e a frequência mediana do sinal EMG podem não serem sensíveis a pequenas alterações no controle muscular ou mesmo, por apresentarem alta variabilidade entre-sujeitos.

Podemos considerar como limitação do presente trabalho o ajuste da sobrecarga de treino pelo valor do %1RM, ao invés da avaliação pelo número máximo de repetições (RM). O uso do RM poderia afetar os resultados em virtude de que todos os sujeitos apresentariam o mesmo nível de fadiga (100% da capacidade máxima) pela falha concêntrica (PRESTES, FOSCHINI, MARCHETTI e CHARRO, 2010).

## **8. CONCLUSÃO**

Conclui-se que os protocolos de treinamento de força apresentam diferenças, sendo que a FM e H apresentam maiores valores médios de Load e nível de fadiga neuromuscular (baseado na variável dependente pico de força), quando comparados ao de potência. Todos os protocolos analisados não alteraram o padrão de ativação muscular do bíceps braquial frente ao exercício de flexão do cotovelo isométrico, em sujeitos treinados.

## REFERÊNCIAS

ARAZI, H., MIRZAEI, B. e HEIDARI, N. Neuromuscular and metabolic responses to three different resistance exercise methods. **Asian J Sports Med.**, v. 5, n. 1, p. 30-38, 2014.

BEHM, D. G. Neuromuscular implications and applications of resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 9, n. 4, p. 264-274, 1995.

BROWN, L. E. **Strength training**. . United States: Human Kinetics, 2007.

CAMPOS, G. E. e LUECKE, T. J. Muscular adaptations in response to three different resistance training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal Applied Physiology.**, v. 88, n. 1-2, p. 50-60, 2002.

CLAMANN, P. H. Motor unit recruitment and the gradation of muscle force. **Phys. Ther.** , v. 73, p. 830-843, 1993.

CLARK, J. W. The origin of biopotentials. In: WEBSTER, J. G. (Ed.). **Medical Instrumentation**. 3. New York: John Wiley & Sons, 1998.

DE DEYNE, P. G. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. **Physical Therapy.**, v. 81, n. 2, p. 819-827, 2001.

DE LUCA, C. J. Use of the surface EMG signal for performance evaluation of back muscles. **Muscle Nerve**, v. 16, n. 2, p. 210-6, Feb 1993. Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=8429847](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8429847) >.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.

DE LUCA, C. J. Electromyography. In: (Ed.). **Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation**. Boston, MA.: John Wiley Publisher., v.1, 2006. p.98-109.

DE LUCA, C. J., FOLEY, P. J. e ERIM, Z. Motor unit control properties in constant-force isometric contractions. **J Neurophysiol**, v. 76, n. 3, p. 1503-16, Sep 1996. Disponível em: <[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=8890270](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8890270)>.

DE LUCA, C. J., ROY, A. M. e ERIM, Z. Synchronization of motor-unit firings in several human muscles. **J Neurophysiol**, v. 70, n. 5, p. 2010-23, Nov 1993. Disponível em: <[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=8294967](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8294967)>.

ENG, J. Sample Size Estimation: How many individuals should be studied? **Radiology**, v. 227, n. 2, p. 309-313, 2003.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo: 2000.

FARINA, D., CESCO, C. e MERLETTI, R. Influence of anatomical, physical, and detection-system parameters on surface EMG. **Biol Cybern**, v. 86, n. 6, p. 445-56, Jun 2002. Disponível em:<[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=12111273](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12111273)>.

FISHER, J., STEELE, J., BRUCE-LOW, S. e SMITH, D. Evidence-based resistance training recommendations. **Medicina Sportiva**, v. 15, n. 3, p. 147-162, 2011.

FLECK, S. J. e KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. São Paulo: Artmed, 2006.

FOLLAND, J. P. e WILLIAMS, A. G. Methodological issues with interpolated twitch technique. **Journal of Electromyography and Kinesiology**., v. 17, p. 317-327, 2007.

HENNEMAN, E. **Functional organization of motoneuron pools: The size-principle**. In H. W. Asanuma, V.J. (Ed.), *Integration in the nervous system* (pp. 13-25), Tokyo, 1979.

HERMENS, H. J., FRERIKS, B., DISSELHORST-KLUG, C. e RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 10, n. 5, p. 361-74, 2000.

IDE, B. N., LOPES, C. R. e SARRAIPA, M. F. **Fisiologia do treinamento esportivo: treinamento de força, potência, velocidade e resistência, periodização e habilidades psicológicas no treinamento esportivo**. . São Paulo: Manole, 2010.

KRAEMER, W. J., RATAMESS, N., FRY, A. C., TRIPLETT-MCBRIDE, T., KOZIRIS, L. P., BAUER, J. A., LYNCH, J. M. e FLECK, S. J. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. **Am J Sports Med**, v. 28, n. 5, p. 626-33, Sep-Oct 2000. Disponível em: <[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=11032216](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11032216)>.

KRAEMER, W. J. e RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 36, n. 4, p. 674-88, 2004.

LIN, J. e CHEN, T. Diversity of strength training methods: A theoretical approach. **Strength and Conditioning Journal**, v. 34, n. 2, p. 42-49, 2012.

MARCHETTI, P. H. e CHARRO, M. A. Sistema neuromuscular. In: PHORTE (Ed.). **Manual da musculação**. . 4. São Paulo: Phorte, 2006. cap. 10.

MARCHETTI, P. H. e DUARTE, M. **Instrumentação em eletromiografia**. São Paulo, 2007. Acesso em: June.

MARCHETTI, P. H. e DUARTE, M. Eletromiografia: uma breve revisão sobre os procedimentos de aquisição do sinal. **Terapia Manual**, v. 9, n. 44, p. 548-553, 2011.

MARCHETTI, P. H. e LOPES, C. R. **Planejamento e Prescrição do Treinamento Personalizado: do iniciante ao avançado**. . Mundo, 2014. 115 ISBN 978-85-61850-05-0.

MARTINS, J., SOUZA, L. M. e OLIVEIRA, A. S. The CONSORT statment instructions for reporting randomized clinical trials. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 42, n. 1, p. 9-21, 2009.

MCCAULLEY, G. O., MCBRIDE, J. M., CORMIE, P., HUDSON, M. B., NUZZO, J. L., QUINDRY, J. C. e TRIPLETT, N. T. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. **Eur J Appl Physiol.**, v. 105, n. 5, p. 695-704, 2009.

OLIVEIRA, R. J., LIMA, R. M., GENTIL, L. P., SIMÕES, H. G., ÁVILA, W. R. M., SILVA, R. W. e SILVA, F. M. Respostas agudas neuromusculares e hormonais a diferentes intensidades de exercícios resistidos em mulheres idosas. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 14, n. 4, p. 367-371, 2008.

PRESTES, J., FOSCHINI, D., MARCHETTI, P. H. e CHARRO, M. A. **Prescrição e periodização do treinamento de força em academias**. São Paulo: Manole, 2010. ISBN 978-85-204-3091-0.

RATAMESS, N. A., ALVAR, B. A., EVETECH, T. K., HOUST, T. J., KIBLER, W. B., KRAEMER, W. J. e TRIPLETT, N. T. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 4, p. 918-20, Nov 2004. ISSN 1064-8011 (Print).

1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15574101> >.

SMILIOS, I., PILIANIDIS, T., KARAMOUZIS, M. e TOKMAKIDIS, S. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. **Med Sci Sports Exerc.**; 35: 644-54, 2003.

TOIGO, M. e BOUTELLIER, V. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **Eur J Physiol.**; 97(6):643-63, 2006.

TRAN, Q. e DOCHERTY, D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. . **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 5, p. 707-713, 2006.

UCHIDA, M. C., CHARRO, M. A., BACURAU, R. F. P., NAVARRO, F. e PONTES JÚNIOR, F. L. **Manual da Musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força**. 4. São Paulo: Phorte Editora, 2013.

ZATSIORSKY, V. M. e KRAEMER, W. J. **Ciência e prática do treinamento de força**. 2a ed., São Paulo: Phorte, 254 p, 2008.

## ANEXOS

## ANEXO I. CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA (CEP)

 <b>UNIMEP</b> Universidade Metodista de Piracicaba	<b>Comitê de Ética em Pesquisa</b> <b>CEP-UNIMEP</b>
<i>Certificado</i>	
<p>Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "<i>Respostas metabólicas e neuromusculares de diferentes protocolos de hipertrofia, força e potência em homens treinados</i>", sob o protocolo n<sup>o</sup> 19/13, do pesquisador <i>Prof. Paulo Henrique Marchetti</i> esta de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.</p>	
<p>We certify that the research project with title <i>Metabolic and neuromuscular responses of different protocols of hypertrophy, strength and power in trained mens</i>", protocol n<sup>o</sup> 19/13, by Researcher <i>Prof. Paulo Henrique Marchetti</i> is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.</p>	
	Piracicaba, 26 de Março de 2013
Prof. Dr. Rodrigo Batagello Coordenador CEP - UNIMEP	



**OBRIGADO!!**