

# EFEITOS AGUDOS NA FORÇA MÁXIMA, NO SALTO HORIZONTAL E CIRCUNFERÊNCIA DE COXA, FRENTE UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA REALIZADA COM DIFERENTES VELOCIDADES DE EXECUÇÃO

JOÃO PAULO DA SILVA; DÉBORA SHEMENNIA GULARTE DE SOUZA;  
LETÍCIA APARECIDA CALDERÃO SPOSITO; ANDRÉ LUIZ MARCIAL MARQUES;  
RAFAEL MACEDO SULINO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Muzambinho,  
Minas Gerais, Brasil  
rmsulino@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Foi desenvolvido um modelo de aula prática, que utiliza a sala de musculação e alguns recursos de avaliação. Para ilustrar aos alunos do Curso de Educação Física, um dos temas que apresenta escassez de trabalhos publicados, e que propicia discussão – e controvérsia – junto a disciplina de musculação que é sobre a manipulação das velocidades de execução e sua magnitude de micro lesões celulares e adaptações que podem gerar.

Percebemos que os alunos possuem suas “explicações” muito em função das suas experiências como freqüentadores de academias de ginástica, sendo que, na maioria dos casos, há um discurso que reflete a explicação dos profissionais que os acompanham nas atividades físicas (ANTUNES NETO; et. al., 2006). A “hipótese” que surge com maior freqüência é que o exercício físico, realizado em baixa velocidade de execução, induz maior magnitude de microlesões celulares, e conseqüentemente maior resposta hipertrófica.

No entanto, alguns trabalhos foram publicados como de Chapman et al. (2006), demonstrando que no protocolo de velocidade rápida foram observadas maiores concentrações plasmáticas de creatina quinase, o que pode inferir que a incidência de micro traumas adaptativos (MTA) foi muito mais acentuada no protocolo com velocidade de execução rápida. No trabalho de Farthing e Chiliberck (2003), destaca que a resposta hipertrófica foi maior, frente à maior velocidade de execução na fase excêntrica.

Segundo os autores, Ide e Lopes (2010), a conclusão que se pode chegar sobre os resultados dos estudos de Farthing e Chiliberck (2003), é que, “se as ações excêntricas forem realizadas com maiores velocidades, parecem levar a uma maior incidência de MTA e conseqüentemente a uma maior sinalização de reparo muscular”.

Considerando esta problemática, desenvolvemos um modelo de aula prática, que utiliza dois protocolos com diferentes velocidades de execução, para acompanhar as possíveis modificações agudas que o protocolo específico pudesse gerar nas variáveis analisadas. O objetivo deste trabalho, portanto, foi o de acompanhar o comportamento da força, potência e da circunferência da coxa direita, de indivíduos iniciantes em exercícios contra resistência na sala de musculação, antes e após um protocolo classificado como velocidade rápida e lenta de execução dos movimentos no ciclo concêntrico-excêntrico, haja vista que, na revisão realizada nos periódicos nacionais e internacionais sobre a variável velocidade de execução, somente encontramos trabalhos científicos com resultados de pessoas altamente treinadas.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Amostra

Participaram do experimento proposto, 4 alunos voluntários do gênero Feminino, os quais foram sorteados aleatoriamente e formaram dois grupos distintos a seguir: - um grupo composto por 2 indivíduos, com idade média de  $\bar{x}$  19 $\pm$ 0,00 anos, massa corporal total média de 57,05 $\pm$ 2,62kg, e estatura média de 1,65 $\pm$ 1,77 cm, que executaram o treino com velocidade rápida (GVR); - e outro grupo também composto por 2 indivíduos, com idade média de 23,50 $\pm$ 0,71 anos, massa corporal total média de 61,70 $\pm$ 4,53 kg, e estatura média de 165,25 $\pm$ 1,77 cm, que executaram o treino com velocidade lenta (GVL). Com uso de balança

(Tanita Ironman) e estadiômetro (Filizola). Todos os envolvidos, alunos do Curso Superior de Educação Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho (IFSULDEMINAS), possuem histórico de prática de atividade física, porém são iniciantes em exercícios de musculação. Não apresentam histórico de doenças osteoarticulares e cardíacas.

Previamente ao estudo, todos os participantes foram informados sobre os procedimentos adotados no experimento, seus respectivos riscos e benefícios, e consentiram por escrito suas participações. O presente trabalho atendeu as Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996 (Brasil, 1996).

## **3.2 Procedimento experimental**

### **3.2.1 Escolha dos exercícios**

Os grupos testados realizaram dois exercícios: no leg press 90° e cadeira extensora (unilateral), da marca Physicus. Vale ressaltar que, estes exercícios foram escolhidos por serem muito populares entre praticantes de exercícios com pesos e por abranger grandes grupos musculares.

### **3.2.2 Avaliações**

Serão apresentadas abaixo as avaliações na sequência em que elas foram realizadas.

#### **3.2.2.1 Determinação do salto horizontal parado**

Para determinação do desempenho do salto horizontal parado (SHP) com auxílio dos braços, utilizou-se uma trena da marca Western, seguindo o protocolo de Fernandes Filho (2003). Três tentativas foram realizadas, com pausa de 45 seg. entre elas, considerando apenas a melhor marca alcançada para análise (BOMPA, 2004).

#### **3.2.2.2 Perimetria da coxa direita**

No presente estudo, medimos apenas a circunferência da coxa direita dos indivíduos, no ponto medial, em todos os dias das avaliações. Para tal medida, utilizou-se uma trena antropométrica com precisão de 0,1 cm, da marca Sanny Medical (FERNANDES FILHO, 2003).

A medição realizada com este tipo equipamento pode fornecer informações bastante precisas a respeito da estrutura corporal (LEME, 2008).

Nesta localização, foi feita a marcação com caneta circundando toda a coxa dos sujeitos, e permaneceu a mesma para todos os dias das avaliações, para evitar o erro de padronização do local de medida nos outros dias de análises (QUEIROGA, 2005).

Segundo Leme (2008), com a padronização do local de medida, para todos os dias da coleta de dados, esse problema não seria relevante, sendo possível “avaliar se houve mudanças na circunferência (hipertrofia muscular) da coxa, já que o “edema” ou “inchaço” representariam uma resposta hipertrófica como um dos efeitos deste treinamento.” (LEME, 2008, p. 21).

#### **3.2.2.3 Determinação da carga máxima**

Optou-se por realizar o teste de uma repetição máxima (1RM), pois segundo Reynolds et al, (2006), apesar de suas limitações, este é um método direto, preciso e seguro para avaliação da força máxima, podendo ser aplicado em indivíduos treinados e não treinados saudáveis, e é neste último grupo que os indivíduos do nosso estudo se enquadram.

Para determinação da carga máxima, utilizou o protocolo descrito por Graves, Pollock e Bryant (2003), nos exercícios de leg press 90°. Em todos os testes de 1RM os indivíduos iniciaram o movimento a partir da contração concêntrica, consistindo em 3 tentativas para levantar a maior carga possível, com aumentos ou diminuições da carga sempre que

necessário, com intervalos entre as tentativas de 3 min., para que as reservas energéticas fossem restauradas (SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006).

Os testes de 1RM foram realizados em vários dias distintos. Uma semana antes do experimento, todos os indivíduos, realizaram a semana da familiarização com o teste de 1RM, onde encontrou para cada indivíduo um valor aproximado de 1RM.

### **3.3 Desenho experimental**

A primeira avaliação foi realizada uma semana antes do experimento e as outras 4 foram realizadas nos momentos considerados como pós estímulo de treino, sendo eles: 0 (imediatamente após o experimento), 24, 48 horas após o experimento.

#### **3.3.1 Descrição do desenho experimental**

##### **a) 1º dia de experimento (oito etapas):**

(1ª) Aquecimento de 5 min. em uma esteira ergométrica com velocidade de 7 km/h; (2ª) seguido por 5 min. de pausa passiva; (3ª) realizou-se a medida da circunferência da coxa direita; (4ª) realizou-se 3 saltos horizontal parado (SHP) com auxílio dos braços, com pausa de 45 seg. entre elas, considerando apenas a melhor marca alcançada para análise; (5ª) descanso de 3 min. com pausa passiva; (6ª) determinação da força máxima no leg press 90°, permitindo apenas 3 tentativas para determinação de 1RM, com aumentos ou diminuições da carga sempre que necessário, com intervalos entre as tentativas de 3 min.; (7ª) novo descanso 3 min. com pausa passiva; (8ª) e por último, determinou-se 1RM do sujeito, na cadeira extensora unilateral, seguindo-se os mesmos procedimentos adotados na determinação da força máxima no leg press 90°. O resultado de 1RM na cadeira extensora foi encontrado somente para determinarmos a carga de treinamento.

##### **b) 2º dia de experimento (dia do treino):**

Nosso desenho experimental foi construído apenas por um dia de treino, no qual os indivíduos foram sorteados aleatoriamente em 2 grupos distintos: um grupo composto por 2 indivíduos, para executar o treino com velocidade rápida (GVR), com 1,5 seg. para cada repetição, 0,75 seg. para a fase concêntrica, e 0,75 seg. para a fase excêntrica do movimento. O ritmo das repetições foi estabelecido por um metrônomo. Este emitia um sinal sonoro de 0,75 em 0,75 seg., totalizando 80 sinais por minuto. E outro grupo também composto por 2 indivíduos, para executar o treino com velocidade lenta (GVL), com 6 seg. para cada repetição, 3 seg. para a fase concêntrica, e 3 seg. para a fase excêntrica do movimento, totalizando 20 sinais por minuto no metrônomo.

Para evitar respostas indesejadas em nosso estudo, foi solicitado aos sujeitos que realizassem as repetições sem paradas no final das fases concêntrica e excêntrica, evitando-se as interrupções entre as contrações.

Previamente ao treino seguiu-se a rotina: - Aquecimento geral de 5 min. em uma esteira ergométrica com velocidade de 7 km/h; - pausa passiva de 5 min., - aquecimento específico no leg press 90° com 12 repetições máximas, a 50% da carga de 1RM encontrado no 1º dia de experimento; - 3 min. com pausa passiva; - o treino de 3 séries de 12 repetições para ambos os grupos GVR e GVL, sendo 50 seg. de intervalo entre as séries e 2 min. entre os exercícios leg press 90° e cadeira extensora unilateral, respectivamente.

Deste ponto em diante seguiu-se os mesmos procedimentos e avaliações realizadas na 3ª etapa do 1º dia de experimento.

É importante ressaltar que a única variável que se alterou foi a velocidade de execução.

##### **c) 3º e 4º dia de experimento:**

No 3º e 4º dia de experimento, não houve treinamento, apenas repetiram-se as avaliações realizadas no 1º dia de experimento, para acompanhar as possíveis modificações agudas que o protocolo específico pudesse gerar nas variáveis analisadas. “Isso possibilita

observar as respostas fisiológicas num curto prazo de tempo para os dois grupos analisados, e suas respectivas diferenças, caso tenham ocorrido” (LEME, 2008).

### 3.4 Análise dos dados

Utilizou-se da estatística descritiva, para caracterizar a amostra estudada em função das variáveis selecionadas: média e desvio padrão.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Perimetria da coxa direita

Na figura 1 e na tabela 1, são apresentados os resultados da variação percentual (%) de aumento na CCD, da avaliação basal para as avaliações posteriores 0, 24, 48 horas após a execução dos protocolos de treinamento nos grupos GVL e GVR.

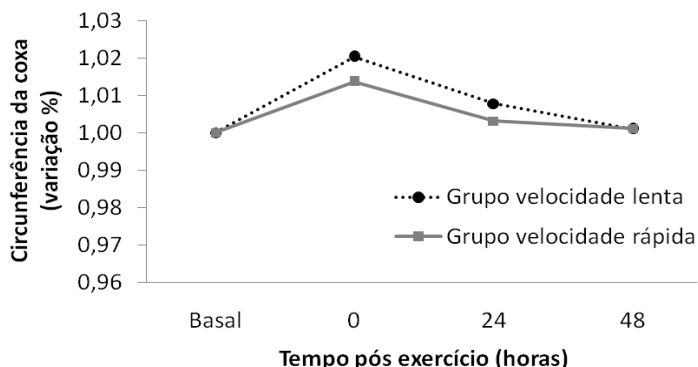


FIGURA 1: Variação % da CCD de mulheres iniciantes em treinamento resistido.

TABELA 1: Resultados da variação percentual de aumento na CCD, da avaliação basal para as avaliações posteriores 0, 24 e 48 horas após a execução dos protocolos de treinamento nos GVL e GVR.

Grupo	Horas logo após treino		
	0	24	48
<b>GVL (% de aumento)</b>	2,03	0,78	0,10
<b>GVR (% de aumento)</b>	1,36	0,31	0,10

### 4.2 Determinação do salto horizontal parado

Na figura 2 e na tabela 2, são apresentados os resultados da variação percentual (%) do SHP, da avaliação basal para as avaliações posteriores 0, 24 e 48 horas após a execução dos protocolos de treinamento nos grupos GVL e GVR.

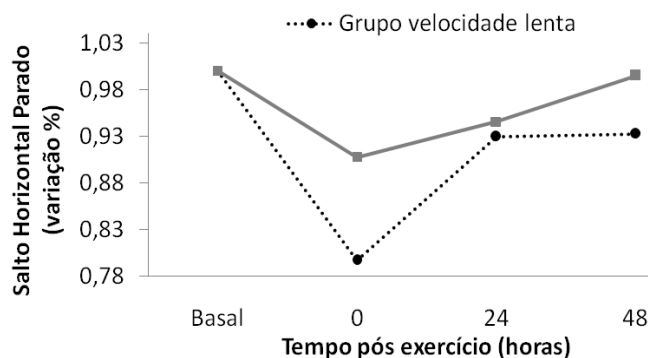


FIGURA 2: Comportamento da variação % do SHP de mulheres iniciantes em treinamento resistido.

TABELA 2: Resultados da variação percentual do SHP, da avaliação basal para as avaliações posteriores 0, 24 e 48 horas após a execução dos protocolos de treinamento nos GVL e GVR.

Grupo	Horas após treino		
	0	24	48
<b>GVL- aumento %</b>	20,29	7,07	6,78
<b>GVR- Aumento %</b>	9,24	5,45	0,55

### 4.3 Determinação da carga máxima

Na figura 3 e na tabela 3, são apresentados os resultados da variação percentual (%) de queda de desempenho apresentada pelo teste de 1RM no exercício leg press 90°, da avaliação basal para as avaliações posteriores 0, 24 e 48 horas após a execução dos protocolos de treinamento nos grupos GVL e GVR.

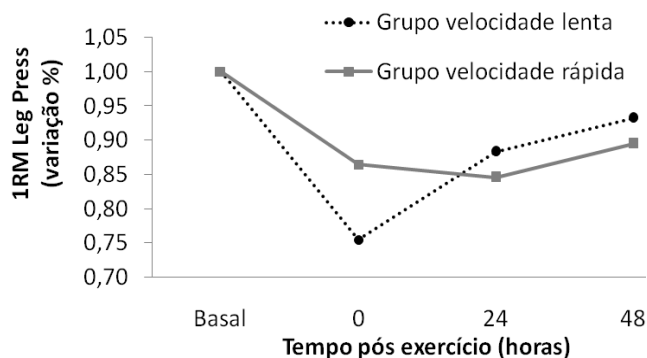


FIGURA 3: Variação % de queda, apresentada pelo teste de 1RM no exercício leg press 90°, de mulheres iniciantes em treinamento resistido.

TABELA 3: Resultados da variação % de queda de desempenho apresentada pelo teste de 1RM no exercício leg press 90°, da avaliação basal para as avaliações posteriores 0, 24 e 48 horas após a execução dos protocolos de treinamento nos GVL e GVR.

Grupo	Horas após treino		
	0	24	48
<b>GVL (queda %)</b>	24,53	11,70	6,79
<b>GVR (queda %)</b>	13,53	15,41	10,53

## 5 DISCUSSÃO

Para ilustrar aos alunos do Curso de Educação Física, um dos temas que apresenta escassez de trabalhos publicados, e que propicia discussão – e controvérsia – junto a disciplina de musculação, foi desenvolvido um modelo de aula prática, que utiliza a sala de musculação e alguns recursos de avaliação, para verificar o efeito da manipulação da velocidade de execução dos movimentos sobre as variáveis CCD, SHP e 1RM no leg press 90, e buscar na literatura a relação feita com o surgimento dos MTAs, com este tipo de protocolo.

Percebemos que os alunos possuem suas “explicações” muito em função das suas experiências como freqüentadores de academias de ginástica. A “hipótese” que surge com maior freqüência, entre eles, é que o exercício físico, realizado em baixa velocidade de execução, induz maior MTAs, e conseqüentemente maior resposta hipertrófica.

Em nosso estudo, com as figuras e as tabelas apresentadas no tópico “4 RESULTADOS”, podemos analisar que, em todos os momentos 0, 24 e 48 horas após aplicação do protocolo de treinamento, houve um maior de aumento da CCD para o grupo que executou o protocolo com velocidade lenta, seguido pela maior queda de desempenho na avaliação do SHP, e maior queda nos valores de 1RM nos exercícios leg press 90, quando comparado com o grupo que executou o protocolo com velocidade rápida de movimento.

No entanto, estes resultados não corroboraram com os achados de Leme (2008), que encontrou em sua pesquisa, valores maiores de CCD no GR e maiores quedas no SHP e 1RM, porém os indivíduos em eram altamente treinados e protocolo de treinamento caracterizado por um trabalho mecânico maior que o realizado em nosso estudo. O protocolo de leme (2008) foi de 5 séries no leg press 45° e 5 séries na cadeira extensora, com pausa de 50 seg. entres as séries e 2 min. entre um exercício e outro. No nosso estudo, por medida de cautela, como utilizamos indivíduos iniciantes em exercícios de musculação, o protocolo de treinamento consistiu um menor trabalho mecânico, com 3 séries no leg press 90° e 3 séries na cadeira extensora, com pausa de 50 seg. entres as séries e 2 min. entre os exercícios, pois imaginávamos que pelo fato deste grupo não ser experiente com treinamento de peso, poderia surgir um elevado trauma celular (MTA).

Leme (2008, p. 35) cita que, o protocolo de velocidade rápida de ações musculares pode ser mais indicado para uma população diferenciada. Iniciantes, sedentários, integrantes da terceira idade, ou pessoas que não apresentam constância com o treinamento de força, possivelmente deverão tomar medidas de cautelas se forem aplicar este modelo de treinamento. Este fato pode ser explicado pela alta incidência nos efeitos dos MTAs, podendo gerar lesões mais sérias numa população não preparada e familiarizada com o treinamento de força.

Outros trabalhos publicados na literatura usaram aparelhos isocinéticos: Chapman et al. (2006), dividiu 12 indivíduos em dois grupos classificados pela velocidade de execução de movimento para os músculos flexores do cotovelo: grupo velocidade rápida (120°/s) e grupo

velocidade lenta (30°/s). Após 2 sessões de treinamento verificou que no protocolo de velocidade rápida foram observadas maiores concentrações plasmáticas de creatina quinase (CK), e maiores incrementos na circunferência do braço, que segundo Ide e Lopes (2010), pode-se inferir que a incidência de MTA foi muito mais acentuada no protocolo com velocidade de execução rápida.

Segundo Leme (2008, p. 31), as incidências dos MTA é caracterizada por: 1) Ruptura da matriz extracelular, lâmina basal e do sarcolema; 2) Liberação para a corrente sanguínea de proteína intracelular como mioglobina e creatina kinase (CK); 3) Desorganização na estrutura miofibrilar, rompimento, alargamento ou prolongamento da linha Z (nos sarcômeros); 4) Danos ao material contrátil e às proteínas do citoesqueleto, com um subsequente comprometimento à ancoragem dos filamentos finos, e à ligação das miofibrilas adjacentes; 5) Decréscimo na tensão exercida pela fibra, e eventual morte das mesmas.

Proske e Allen (2005) citam que as distorções estruturais (MTAs) levam aos danos de membranas, interfere nos mecanismos de formação de pontes cruzadas, danos nos mecanismos de excitação, e influencia negativamente no processo de contração muscular.

Podemos inferir para o GVL do nosso experimento, quando comparado com os resultados obtidos pelo GVR, que a maior tendência de queda demonstrada através do SHP, 1RM no leg press 90, em praticamente todos os momentos após a aplicação do protocolo de treinamento (0, 24 e 48), nas figuras 2 e 3, se deve a alta magnitude de lesão tecidual, gerada pelo estímulo, e conseqüentemente um grande impacto na capacidade de produzir tensão, pelas miofibrilas, além dos possíveis distúrbios da integridade do tecido contrátil, resultando em maior CCD, observada pelo inchaço muscular (edema) (LEME, 2008). Antunes Neto et. al (2006), relatam que essa condição de inchaço parece ser desenvolvida devido haver um acúmulo de fluidos intersticiais ou intracelulares - efeito resultante da ruptura das ultraestruturas musculares (STAUBER, 1990), - podem provocar tensão e deformação sobre elementos de tecido conjuntivo, o que tenderá a afetar receptores aferentes, localizados próximos à unidade miotendinosa, e gerar importantes estímulos para a sensação proprioceptiva e o distúrbio da performance neuromuscular (SAXTON, 1995).

## 6 CONCLUSÃO

Ao término dessa pesquisa, observou-se que o protocolo de treinamento com execuções de velocidade lenta gerou maiores respostas de quedas percentuais nos testes de 1RM, SHP e aumento na CCD. Portanto, podemos concluir que, com os resultados deste estudo, o treinamento com GVL gera maiores microlesões musculares, aumentando assim a CCD e queda de rendimento nos testes de 1RM e SHP, comparado ao treinamento com o GVR, porém, esses resultados podem ter sido encontrados devido ao reduzido número de mulheres somado a pouca experiência em levantamento de peso.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES NETO, J. M. F.; et. al. *Desmistificando a ação do lactato nos eventos de dor muscular tardia induzida pelo exercício físico: proposta de uma aula prática*. Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, nov. 02, 2006.
- BOMPA, T. O. *Treinamento de potência para o esporte*. São Paulo: Phorte, 2004.
- BOGDANIS, G. C. et al. Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *J Physiol*, v.482, Jan 15, p.467- 480, 1995.
- CHAPMAN, D. et al. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *Journal Sports Med*, v. 27, n. 8 p. 591-598, 2006.
- FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur. Journal of Applied Physiology*, v. 89, p. 578-586, 2003.
- FERNANDES FILHO, J. *A Prática da Avaliação Física*. Rio de Janeiro: Editora Shape, 2003.

GRAVES, J. E. et al. Avaliação de força e endurance musculares. In: AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Manual de pesquisa das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 378-382.

LOPES, Charles Ricardo; IDE, Bernardo Neme; SARRAIPA, Mário Ferreira. *Fisiologia do treinamento esportivo: força, potência, velocidade, resistência, periodização e habilidades psicológicas*. São Paulo: Phorte, 2010.

LEME, T. C. F. *Dinâmica das repostas da força máxima e do salto horizontal pós-treinamento de força realizado com diferentes velocidades de execução*. 2008. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Bacharel em Educação Física. São Paulo, 2008.

PROSKE, U.; ALLEN, T. J. Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exerc. Sport. Sci. Rev.*, v. 33, n. 2, Apr, p.98-104. 2005.

QUEIROGA, M. R. *Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

REYNOLDS, J; GORDON, T; ROBERGS, R.; Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *Jornal of Strength and Conditioning Research*, n. 20, v. 3, p. 584-592, 2006

ROBERGS, R. A., F. et al. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, v.287, n.3, Sep, p.R502-16. 2004.

SAKAMOTO, A; SINCLAIR, P. effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions on bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n. 20, v. 3, p. 523-527, 2006.

SAXTON, J. M.; CLARKSON, P. M; JAMES R. Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, n. 27, p. 1185-1193, 1995.

STAUBER, W. T. et al. Extracellular matrix disruption and pain after eccentric muscle action. *Journal of Applied Physiology*, n. 69, p. 868-874, 1990.

Contato: João Paulo da Silva

Rua Tiradentes, 851 – Centro – Muzambinho – MG

Telefone: (35) 9838-4121 - e-mail: João.pauloef@hotmail.com