



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
CENTRO DESPORTIVO – CEDUFOP
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

MONOGRAFIA

**TREINAMENTO DE FORÇA EXCÊNTRICO E HIPERTROFIA
MUSCULAR DO QUADRICEPS EM MULHERES**

JOÃO VITOR SOARES GOMES

**OURO PRETO - MG
MARÇO/ 2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
CENTRO DESPORTIVO – CEDUFOP
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

JOÃO VITOR SOARES GOMES

**TREINAMENTO DE FORÇA EXCÊNTRICO E HIPERTROFIA
MUSCULAR DO QUADRICEPS EM MULHERES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina Seminário de TCC do curso de Educação Física – Bacharelado da Universidade Federal de Ouro Preto como pré-requisito parcial para aprovação na mesma.

Orientador: Kelerson Mauro de Castro Pinto

**OURO PRETO - MG
1º semestre / 2015**

G633t Gomes, João Vitor Soares.

Treinamento de força excêntrico e hipertrofia muscular do quadríceps em mulheres [manuscrito] / João Vitor Soares Gomes. – 2015.

37 f: il.;grafs.;tabs.

Orientador: Prof.Ms.Kelerson Mauro de Castro Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) -Universidade Federal de Ouro Preto. Centro Desportivo da Universidade Federal de Ouro Preto.Curso de Educação Física.

Área de concentração: Educação física. 1.Quadriceps femoral.2.Treinamento físico excêntrico. 3.Força muscular - Mulheres. 4.Hipertrofia.I. Universidade Federal de Ouro Preto II. Título.

CDU::796.325



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
CENTRO DESPORTIVO DA UFOP - CEDUFOP
COLEGIADO DOS CURSOS DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA UFOP - COLEF



Ata da Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

TREINAMENTO DE FORÇA EXCÊNTRICA E HIPERTROFIA MUSCULAR DO QUADRÍCEPS EM MULHERES

Aos 25 dias do mês de Junho de 2015, na sala 105 da Universidade Federal de Ouro Preto, reuniu-se a Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso do estudante João Vitor Soares Gomes orientado pelo Prof. Kelerson Mauro de Castro Pinto. A defesa iniciou-se pela apresentação oral feita pelo estudante, seguida da arguição pelos membros da banca. Ao final, os membros da banca examinadora reuniram-se e decidiram por aprovação o estudante. A média final foi de: 9,0 pontos.

Banca examinadora:

Membro 1 - Prof.(ª): Lenice Kapes Becker Oliveira

Membro 2 - Prof. Emerson Cruz de Oliveira

Orientador (a) - Prof. Kelerson Mauro de Castro Pinto

Dedicatória

A minha formação como profissional não poderia ter sido concretizada sem a ajuda de meus amáveis e eternos pais João Gomes e Maria da Conceição, que, no decorrer da minha vida, proporcionaram-me, além de extenso carinho e amor, os conhecimentos da integridade, da perseverança, honestidade e de procurar sempre em Deus à força maior para o meu desenvolvimento como ser humano. Por essa razão, gostaria de dedicar e reconhecer à vocês, minha imensa gratidão e sempre amor. Ao irmão de sangue Pedro Henrique e aos que a vida colocou no meu caminho, principalmente a família da Republica Extrema Unção.

E claro, meu grande orientador, responsável por tudo isso, Kelerson Mauro de Castro Pinto.

À Deus, dedico o meu agradecimento maior, porque têm sido tudo em minha vida.

Resumo

Este estudo buscou identificar se houve hipertrofia do Quadríceps Femoral através do treinamento de ação predominantemente excêntrica em mulheres. Participaram do estudo 12 voluntárias, no qual compareceram a três sessões semanais por um período de 10 semanas ao Laboratório do Treinamento em Musculação. Foram realizadas as medidas de massa corporal e dobras cutâneas para as medidas da composição corporal e caracterização da amostra. Logo após foram realizados testes de uma repetição máxima (1RM). Protocolo de treino consistiu de cinco séries de seis repetições a 60% de 1RM separadas por um período de 48h ou de 72h no banco extensor de joelhos. Foi medida a área de secção transversa (AST) do reto femoral, vasto lateral, vasto intermédio e medial a 50% da distância entre a borda superior da patela e a espinha íliaca ântero-superior, antes e após o período de treinamento através de exames de ressonância magnética computadorizada (RMC) do músculo quadríceps direito, sendo também repetido o teste de 1RM. Os resultados apontaram um aumento na força máxima e na área da secção transversa (AST) dos músculos do quadríceps das mulheres submetidas a um treinamento de força predominantemente excêntrico no aparelho extensor de joelhos.

Palavras chave: Quadríceps Femoral; Treinamento Excêntrico; Hipertrofia; Força Muscular; Mulheres.

Abstract

This study sought to identify the appearance of hypertrophy in the Femoral Quadriceps after the predominantly eccentric action training in women. Participated in this study twelve female volunteers, which underwent three sessions a week for a ten week period at the LTM (Bodybuilding Training Lab). Skinfold and body mass measures were performed for corporal composing and sample characterization. After that, one maximum repetition tests (1MR) were realized. The training protocol consisted of five 6-rep series at 60% of 1MR on the leg extensor, separated by 48 or 72 hour resting periods. The transversal section area (TSA) measures of the rectus femoris, vastus lateralis, vastus intemedius, and vastus medialis were performed at a 50% distance between the top border of the patella and the anterior superior iliac spine, before and after the training period, through computerized magnetic resonance (CMR), with the 1MR test being repeated after that. The results pointed an increase in the maximum strength and in the transversal section area (TSA) of the quadriceps muscles of the women submitted to a predominantly eccentric force training on the leg extensor.

Keywords: Femoral Quadriceps; Eccentric Training; Hypertrophy; muscle strength; Women.

LISTA

FIGURA

Figura 1: Modelo esquemático da estruturação da capacidade força muscular.....10

TABELAS

Tabela 1: Desenho experimental das sessões de coletas.....21

Tabela 2: Caracterização de média e desvio padrão das voluntárias.....23

GRÁFICOS

Gráfico 1: Teste de 1RM.....24

Gráfico 2: Diferença dos valores da AST em cm².....24

Gráfico 3: Aumento percentual da AST dos músculos dos quadríceps.....25

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Componentes do treinamento de força.....	10
1.2 Adaptação ao treinamento de força.....	13
1.3 Ação muscular excêntrica e hipertrofia muscular esquelética..	14
1.4 Treinamento de força em mulheres.....	16
1.5 Objetivo Geral.....	18
1.5.1 - <i>Objetivo Específico</i>	18
2.0 METODOLOGIA	19
2.2 Procedimento Experimental.....	19
2.2.1 <i>Ressonância magnética Computadorizada (RMC)</i>	21
2.2.2 <i>Avaliação Física</i>	21
2.2.3 <i>Protocolo de treinamento</i>	20
2.3 - Cuidados éticos.....	21
2.4 Análises Estatísticas.....	23
3.0 RESULTADOS.....	23
3.1 DISCUSSÃO	25
4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERENCIAS.....	30

1.0 INTRODUÇÃO

O treinamento de força ou treinamento resistido tornou-se uma das formas mais conhecidas e praticadas de exercício e vem sendo adotado tanto por atletas, como por idosos e adultos de ambos os sexos (FLECK, 2004).

De acordo com Chagas e Lima (2008) entende-se por musculação como sendo “um meio de treinamento caracterizado pela utilização de pesos e máquinas desenvolvidas para oferecer alguma carga mecânica em oposição ao movimento dos seguimentos corporais”. Esta forma de treinamento vem demonstrando ser o método mais efetivo no incremento da força, potência, resistência e hipertrofia muscular, sendo assim, recomendado e utilizado na manutenção da saúde e da aptidão física por várias organizações mundiais. (KRAEMER, *et. al.* 2002).

A força muscular é considerada essencial na constituição de um programa de exercícios físicos e é descrita muitas vezes, como o máximo de força que um grupo muscular ou músculo é capaz de gerar em um movimento a uma dada velocidade (FARINATTI, *et. al.* 2006)

De acordo com Schmidbleicher (2006), a força é uma capacidade motora, que se manifesta em diferentes configurações, sendo elas força rápida e resistência de força, classificadas num mesmo nível. Os componentes da força rápida, ainda segundo este autor, são a força máxima e a força explosiva, e a capacidade de resistência à fadiga é o componente da resistência de força (fig1).

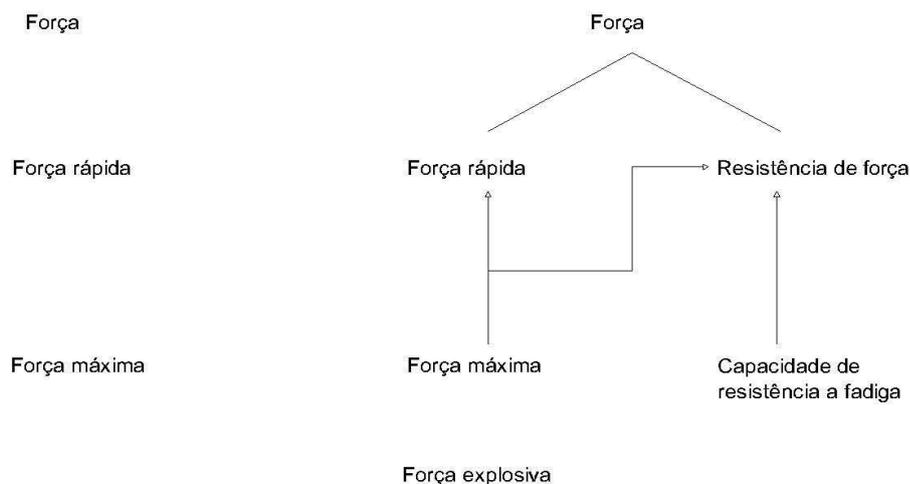


Figura 1: Modelo esquemático da estruturação da capacidade força muscular.

1.1 Componentes do treinamento de força

Todo treinamento tem por objetivo desenvolver adaptação que visam à melhora no desempenho em uma tarefa, bem como também na melhora de várias capacidades funcionais (ACSM, 2002). Para que se possa atingir este objetivo, é necessário que se organize os componentes de carga de treinamento para se produzir segundo Zakharov (1992, p. 57), “um estímulo capaz de provocar adaptações no organismo”. Monteiro e Lopes (2009) citam que os componentes da carga determinam a magnitude do estímulo aplicado no treinamento, sendo classificados como, volume, intensidade, duração e densidade de treinamento. Wernbom, Augustsson e Thomeé (2007) citam também a frequência de treinamento como um componente de carga.

O volume de treinamento demonstra o total de trabalho realizado em um determinado tempo (TANI, 1999). A intensidade segundo Badillo e Ayestarán (2001), representa o grau de esforço exigido por um determinado exercício. Diferentes autores entendem que no treinamento de força, o peso utilizado estaria relacionado à intensidade. (KOMI, 2003 e SAKAMOTO, 2006).

“Sendo assim, a manipulação de peso, por exemplo, poderá resultar também em um diferente grau de esforço, mas estará relacionado em um primeiro momento, com a intensidade do treinamento. Esta relação entre a intensidade e o peso é frequentemente utilizada nos estudos experimentais

envolvendo o treinamento na musculação, ou seja, o dimensionamento da intensidade é registrado através do peso levantado pelos praticantes” (Chagas e Lima, 2011, p. 25)

Badillo e Ayestaran (2001) entendem que a duração representa o tempo de aplicação do estímulo desprezando as pausas, tendo uma definição mais apropriada na musculação. De acordo com Chagas e Lima (2011, p. 29) a duração “deve ser entendido como a somatória da duração dos estímulos de treinamento, sendo registrado exclusivamente através de medidas de tempo, ou seja, o tempo sob tensão”.

A densidade enquanto componente da carga de treinamento é entendida como a relação entre a duração do estímulo e a pausa (WEINECK, 1999).

“No programa de treinamento da musculação, o uso desta relação fica bem estabelecido entre uma série e a pausa subsequente. Portanto, manipulações na duração da repetição, no número de repetições (nestes casos, resultando em alteração na duração da série) ou no tempo de pausa poderão resultar em alteração na densidade do treinamento” (Chagas e Lima, 2011, p. 30)

A frequência refere-se ao número de sessões semanais no programa de treinamento (WEINECK, 1999).

Além dos componentes de carga de treinamento citados acima, Chagas e Lima (2008), destacam outros parâmetros que influenciam na elaboração e análise de um programa de treinamento na musculação. Estes autores denominaram estes parâmetros como “variáveis estruturais do treinamento”. Segundo estes mesmos autores, estas variáveis, quando tratadas em uma perspectiva de interação, aumenta a capacidade de desenvolver combinações entre elas e por consequência as possibilidades de elaborar programas de treinamento, classifica-se como variáveis estruturais do treinamento: peso, ação muscular, posição dos seguimentos corporais, duração da repetição, amplitude de movimento, trajetória, movimentos acessórios, regulagem do equipamento, auxílio externo ao executante, pausa, número de sessões, número de exercícios, número de series, número de repetições (CHAGAS e LIMA, 2008). Os conceitos destas variáveis segundo estes autores são:

- Peso: a massa adicional aos seguimentos corporais capaz de gerar estímulos que produzam adaptações. Por exemplo; halteres, barras e máquinas.
- Número de repetições, séries e exercícios: a somatória dessas variáveis pode quantificar o volume de treinamento. Pode ser caracterizada como

intensidade quando associada a valores percentuais de 1RM e certo número de repetições. Sendo a duração como a soma do tempo de aplicação dos estímulos. E a densidade quando está relacionando o número de séries à pausa.

- Número de sessões: caracteriza a frequência do treinamento. Pode ser descrita também relacionando o número de sessões a determinado grupo muscular.
- Pausa: é o intervalo de recuperação entre as repetições, séries e exercícios. Já segundo Kramer; Fleck (1999) a pausa não se relaciona somente ao momento da prática do exercício, mas também, ao período de recuperação ao término do exercício.
- Duração da repetição: é o tempo referente ao estímulo de uma única repetição e deve ser analisada para cada ação muscular.
- Ação muscular: relaciona-se ao movimento realizado podendo ser ação muscular excêntrica, isométrica ou concêntrica.
- Posição dos segmentos corporais: se refere ao alinhamento dos planos de movimento e dos ângulos articulares.
- Trajetória: movimento descrito desde a posição inicial até a posição final do movimento, sendo consideradas para ambas as ações musculares.
- Movimentos acessórios: são os movimentos de seguimentos não prescritos para execução dos exercícios.
- Regulagem do equipamento: se refere ao equipamento utilizado, determinando a posição de um objeto externo em relação ao corpo do praticante.
- Amplitude de movimento: possibilidade de execução dos exercícios em diferentes amplitudes.
- Auxílio externo ao executante: utilização de forças de outro indivíduo em um dado momento da trajetória do movimento, possibilitando a execução do exercício conforme prescrita.

As variáveis estruturais estão diretamente relacionadas aos componentes da carga de treinamento e elas são os elementos do programa de musculação que

também podem ser manipulados para gerar modificações nos estímulos para desenvolver adaptações de treinamento, sendo que a manipulação de somente uma variável pode interferir em todos os outros componentes (CHAGAS e LIMA, 2008).

1.2 Adaptação ao treinamento de força

Segundo Bird *et. al.* (2005) em relação à adaptação ao treinamento de força, de seis a 21 semanas de treinamento, geram incrementos significativos na força muscular. Esse aumento depende, no entanto, de variáveis como a capacidade individual de resposta, a intensidade e a duração do treinamento, além do nível de aptidão física inicial do indivíduo (KOMI, 2006).

As principais adaptações produzidas pelo treinamento de força são a hipertrofia muscular esquelética e o aumento da produção de força (GLASS, 2005).

“O aumento da força muscular frente à atividade física ocorre por dois grandes mecanismos, denominado de adaptações neurais e morfológicas. As adaptações neurais são responsáveis pelo aprendizado, mudanças intermusculares e coordenação das musculaturas agonistas, antagonistas e sinergistas. O rápido ganho de força nas primeiras duas semanas de um programa de treinamento ocorre devido às adaptações neurais, principalmente pelo aumento de carga e os diferentes estímulos de treinamento ao qual o músculo está exposto. Estas adaptações iniciais maximizam futuros ganhos de força, particularmente a adaptação morfológica, que ocorre com o treinamento contínuo e regular.” (Foland; Willians, 2007 apud Carvalho 2012, p.06).

“A hipertrofia de fibras musculares individuais, com o treinamento de força, parece ser resultante de um aumento da síntese de proteínas musculares, do número de miofibrilas e de filamentos de actina e miosina, os quais forneceriam mais pontes cruzadas para a produção de força durante a contração máxima (Lieber 2002 apud Carvalho 2012, p. 09).

Já segundo Barroso (2005) nas primeiras semanas de treinamento, de quatro a seis semanas, o aumento da força muscular ocorre principalmente devido ações das adaptações neurais. Consequente, os ganhos de força seriam alcançados pelas adaptações morfológicas, diminuindo, então, o papel neural.

1.3 Ação muscular excêntrica e hipertrofia muscular esquelética

O desempenho muscular pode ser explicado levando em consideração três tipos de ação motora: isométrica, concêntrica e excêntrica (HAMILL; KNUTZEN, 1999). A ação muscular isométrica ocorre quando o músculo gera força sem uma mudança significativa no seu comprimento, ou seja, a posição articular permanece imutável. A ação muscular concêntrica acontece quando o músculo produz uma força à medida que diminui seu comprimento (contraí literalmente). Já a ação muscular excêntrica acontece quando o músculo produz uma força enquanto está sendo alongado por forças externas, tais como a gravidade e/ou resistência externa (NEUMANN, 2006).

Ações excêntricas por muito tempo foram consideradas apenas como a segunda fase dos movimentos isotônicos. Porém, a prática clínica e a pesquisa científica têm esclarecido suas características e mostrado que a ação muscular excêntrica tem grande aplicação em intervenções terapêuticas, no treinamento, ou em ações preventivas (ALBERT, 2002).

Muitos estudos têm sido conduzidos a fim de verificar como as ações musculares, isoladas ou combinadas, promovem as adaptações que ocorrem no músculo em resposta ao treinamento de força, como a hipertrofia e o aumento da força muscular (ADAMS *et al.*, 2004). A maioria destes estudos aponta a contração muscular excêntrica como o principal estímulo para promover hipertrofia muscular (FARTHING, 2003).

Em revisão realizada por Baroni (2012), observou que o número de sujeitos engajados em pesquisas que envolvem o treinamento excêntrico, entre os últimos 10 anos, variou entre cinco e 33 participantes, de modo que a maioria dos estudos utilizou amostras compostas por 10 a 20 indivíduos. Todos os sujeitos eram saudáveis, sem a presença de lesões musculoesqueléticas ou comorbidades que pudessem interferir no desempenho durante as avaliações e/ou sessões de treino. Com exceção dos estudos desenvolvidos com idosos, a média de idade dos sujeitos variou entre 20 e 33 anos, ao passo que muitos estudos relataram a maciça participação de estudantes universitários nos programas de intervenção.

A ação excêntrica é caracterizada por muitas propriedades incomuns às demais ações musculares e por isso é potencialmente capaz de produzir adaptações no músculo esquelético (LASTAYO *et al.*, 2000).

Segundo Guilhem (2010):

“Estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado que as ações musculares excêntricas produzem mais tensão/força do que as ações isométricas ou concêntricas. O mecanismo responsável por esse incremento na produção de força não se encontra totalmente compreendido, mas parece estar relacionado com a soma da força gerada simultaneamente pelos elementos contráteis e não-contráteis (ou passivos) do músculo” (GUILHEM, 2010 apud BARONI p. 16)

De acordo com Guilhem (2010), fica esclarecido que, para gerar um mesmo grau de força, um menor número de unidades motoras é recrutado durante as ações musculares excêntricas, o que está em parceria aos altos índices de inibição neural observados neste tipo de ação muscular.

Como conseqüência, segundo Friden, *et. al.* (2001 apud BARONI, 2010) “baixo número de fibras desenvolvendo altos níveis de tensão, parece ser um mecanismo básico para o dano muscular induzido pelo exercício, considerando assim a resposta característica do exercício excêntrico”.

A hipertrofia muscular, resultante deste tipo de ação muscular, parece estar associada a fatores como a maior grau de tensão muscular sobre cada fibra muscular ativa, onde menos unidades motoras são recrutadas e ao alongamento ao quais estas fibras são submetidas em sua execução proporcionando dessa forma uma maior ocorrência de micro lesões ao tecido muscular. (BARROSO *et al.*, 2005). Em concordância com esta hipótese, Moore *et al.* (2005) demonstraram que músculos submetidos à ação muscular excêntrica, exibem um ganho mais rápido na síntese protéica miofibrilar do que músculos submetidos à ação concêntrica.

“Com relação aos fatores de crescimento, a alta tensão causada pelas ações excêntricas na estrutura da célula muscular afeta positivamente a liberação de IGF-1 (*insulin like growth fator-1* ou fator de crescimento semelhante à insulina) e a ativação da sinalização das vias de hipertrofia. Além disso, outro fator de crescimento, o MGF, (*mechano growth fator* ou fator de crescimento mecânico) o qual é sintetizado pelo próprio músculo esquelético, é sensível à tensão produzida no tecido muscular. Desta forma, foi demonstrado que as ações excêntricas são mais potentes estimuladoras para o aumento da expressão e liberação de MGF do que as ações concêntricas. Este fator de crescimento exerce um papel importante, uma vez que é um dos iniciadores da cascata de sinalização das vias de sinalização da hipertrofia”. (TRICOLI, 2013, p. 41)

Klossner *et al.* (2007), por sua vez, associaram os maiores níveis de síntese protéica à maior quantidade de carga mecânica que os músculos podem tolerar durante o exercício excêntrico. A importância da sobrecarga mecânica como estímulo complementar à promoção de hipertrofia também foi mencionada por Norrbrand *et al.* (2008). Estes autores demonstraram que deve haver carga adicional durante a fase excêntrica do exercício para que o músculo se adapte, aumentando sua área de secção transversa.

A sobrecarga mecânica amplia os danos promovidos pelo exercício excêntrico ao tecido muscular, sendo um estímulo ao reparo e, conseqüentemente, a hipertrofia muscular (FARTHING e CHILIBECK, 2003). Portanto, ações excêntricas, isoladas ou não, por alongarem as fibras musculares em contração, permitem um maior nível de sobrecarga mecânica que as demais ações e provocam maiores micro lesões ao tecido muscular, promovendo alterações que resulta na hipertrofia muscular (DINIZ, 2009).

Como alguns estudos têm relacionado às ações excêntricas promovendo uma maior hipertrofia muscular, o dano muscular induzido pelo exercício excêntrico passou a ser incluído como um dos estímulos relevantes para o ganho de força, e em particular, de massa muscular (SHEPSTONE *et. al.* 2005). É importante mencionar que o treino excêntrico em velocidade mais alta parece ser mais efetivo do que em baixa velocidade ou do que o treino concêntrico em qualquer velocidade para promover ganhos de massa e força muscular (FARTHING; CHILIBECK, 2003).

Portanto a contração muscular excêntrica, quando envolvida no aumento da demanda imposta sobre um músculo, tem grande potencial para modificá-lo, aumentando sua força e área de secção transversa, de forma a aperfeiçoar sua funcionalidade em seu novo contexto de ação (DINIZ, 2009).

1.4 Treinamento de força em mulheres

Em mulheres as alterações hormonais durante o ciclo menstrual poderiam interferir no desempenho durante o treinamento de força (REZENDE *et. al.*, 2009). As evidências iniciais disponíveis na literatura indicam que as respostas hormonais ao treinamento de força (ex.: aumento da concentração de hormônio do crescimento ou a taxa testosterona para cortisol) estão bem correlacionadas com mudanças no

tamanho do músculo, assim como sua capacidade de gerar tensão. Além disso, Fonseca (2010, p 03) cita que parece existir em mulheres uma menor resposta ao dano muscular. Com isso, este autor sugere que seria plausível pensar em um intervalo de recuperação menor entre as sessões de treino e até mesmo uma frequência de treinamento maior em relação aos homens. Assim, os achados científicos referentes ao tema irão permitir uma manipulação mais precisa dessas variáveis e uma prescrição de treinamento resistido mais adequado por parte dos profissionais. (FONSECA, 2010)

Conforme Fleck e Kraemer (1999) existem uma concepção errônea de que o treinamento de força para mulheres deve ser diferente do treinamento dos homens, já que ambos apresentam as mesmas características fisiológicas na musculatura. Relatam ainda que as alterações resultantes de um treinamento de força sobre a composição corporal e fibras musculares acontecem igualmente para ambos os gêneros ou talvez até mais rápido nas mulheres.

Alguns estudos recentemente publicados mostram resultados em relação à ação excêntrica em mulheres. Conceição *et. al.* (2012), analisou a magnitude do dano muscular e respostas inflamatórias induzidas pelo treinamento excêntrico em mulheres jovens e na pós-menopausa. E concluiu, que em mulheres jovens não apresentou lesão muscular atenuada em comparação com as mulheres da pós-menopausa, que não fazem uso de terapia de reposição hormonal. Além disso, citou ainda que as mulheres jovens tenham uma resposta antiinflamatória maior após o treinamento excêntrico em relação às pós-menopausas.

Outro estudo publicado a respeito da ação excêntrica teve por objetivo segundo Ferrão (2007), propor um modelo para lesão muscular induzida por meio de exercício excêntrico isocinético em baixa velocidade angular, e avaliou-se o curso do tempo de recuperação funcional do quadríceps femoral de mulheres. E concluiu-se que a ação excêntrica com baixa velocidade angular era eficaz na indução de lesão, e o quadríceps femoral já iniciou a sua recuperação funcional na primeira semana após o exercício, e poderia ser usado como um modelo de lesão muscular em estudos futuros.

Richardson *et. al.* (2007) testaram a hipótese de que a alta carga excêntrica contra carga de modo concêntrico produziria maior aumento de

força muscular e conseqüentemente a hipertrofia. E concluíram que a velocidade lenta de treinamento aumenta mais a força e hipertrofia muscular.

Os dados aqui apresentados permitem concluir que o treinamento excêntrico do quadríceps conduz a significativos ganhos de força muscular, principalmente durante ações excêntricas. A literatura fornece um corpo de evidências considerável acerca da superioridade do treinamento excêntrico sobre o treinamento concêntrico em termos de adaptação na força e massa muscular.

1.5 Objetivo Geral

Identificar hipertrofia do quadríceps femoral através do treinamento de ação excêntrica em mulheres.

1.5.1 - Objetivo Específico

Verificar se houve hipertrofia da AST a 50% da distância entre a borda superior da patela e a espinha íliaca ântero-superior do:

- reto femoral;
- vasto lateral;
- intermédio;
- medial.

Comparar a força máxima pré e após treinamento através do teste de 1 RM.

2.0 METODOLOGIA

2.1 Amostra

As voluntárias foram recrutadas a partir de avisos fixados nos murais da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional – UFMG (EEFFTO-UFMG) e por meio de contatos pessoais com as mesmas. Participaram do estudo 12 voluntárias e que atenderam os seguintes critérios: 1) Serem do sexo feminino entre 18 e 35 anos e usuárias de contraceptivo oral, 2) ausência de lesões músculo-esquelético nos últimos seis meses nos membros inferiores, coluna e pelve, 3) não estarem participando de qualquer atividade que envolva o treinamento de força para membros inferiores nos últimos seis meses; 4) não fazer uso de cigarros.

Os critérios de exclusão dos indivíduos foram: 1) por livre e espontânea vontade da voluntária; 2) não comparecer aos locais de coleta no dia e hora programados; 3) apresentar algum tipo de enfermidade e/ou patologia que comprometa a coleta dos dados; 4) fazer uso de medicamentos ou suplementos durante o período de coleta; 5) fazer uso de álcool 72h antes das coletas de sangue.

A coleta de dados seria interrompida na presença de qualquer um dos sintomas abaixo mencionado, seguindo a orientação do ACSM (2000): Início da angina ou sintomas semelhantes a angina; qualquer dor torácica que esteja aumentando; incapacidade da frequência cardíaca de aumentar com o exercício; manifestações físicas ou verbais de fadiga grave; perda da qualidade do movimento; o indivíduo pede para parar; falha do equipamento de teste.

2.2 Procedimento Experimental

Foi adotado um delineamento experimental que permitia avaliar a força máxima e a hipertrofia muscular dos músculos que compõem o quadríceps femoral decorrente de um treinamento de força com maior duração da ação muscular excêntrica (EXC). Para este estudo foi utilizado o exercício extensor de joelhos sentado para realização dos testes, treinamentos e as coletas de dados. O aparelho permitiu ajustes no encosto para apoio do tronco, possuindo fitas de fixação que puderam ser posicionadas sobre a espinha íliaca ântero-superior das voluntárias

para minimizar os efeitos de movimentos compensatórios no quadril e ajustes no ponto de contato com os joelhos. Além disto, o aparelho permitiu a fixação de um eletrogoniômetro (NORAXON, Estados Unidos) em um eixo que foi alinhado com eixo de rotação da articulação do joelho para mensuração do deslocamento angular.

2.2.1 Protocolo de treinamento

As voluntárias compareceram por um período de 10 semanas ao Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC-UFMG), separadas por um período de 48h ou de 72h. Os grupos realizaram protocolos de treinamento, com progressão no número de séries, iniciando com 3 séries nas primeiras 6 sessões de treinamento, aumentando para 4 séries por mais 6 sessões e finalizando com 5 séries até o final das 36 sessões de treinamento de 6 repetições a 60% de 1RM (do último teste realizado antes da sessão), com uma pausa de 180s, duração da repetição de 6s e com a duração das ações musculares de 1s para ação muscular concêntrica (CON) e 5s para ação muscular excêntrica (EXC).

Para ajudar as voluntárias a manterem as durações das ações musculares durante o treinamento, foi utilizado um metrônomo. A série foi interrompida caso a voluntária durante duas repetições seguidas, não consiga manter a duração das ações musculares estabelecidas ou realize uma amplitude incompleta de movimento.

A cada duas semanas, foram realizados novos testes de 1RM, antes da realização do protocolo de treinamento, para que o peso (intensidade) a ser utilizado estivesse dentro das configurações adotadas inicialmente (EMA *et al.*, 2013). Após 72h da última sessão de treinamento, foi repetido o teste de 1RM. Após no mínimo 72h dos testes de 1RM as voluntárias foram encaminhadas para uma nova avaliação de RMC. O desenho experimental do estudo pode ser visualizado na tabela.

Tabela 1: Desenho experimental das sessões de coletas.

Sessão de coleta (48 – 72 horas)	Ressonância Magnética Computadorizada
Sessão de coleta 1	Testes de 1RM e familiarização do treinamento
Sessão de coleta 2	
Sessão de coleta 3	
Sessão de coleta 4	Treinamento
Sessão de coleta 5	Treinamento
Sessão de coleta 20	Treinamento
Sessão de coleta 21	Treinamento
Sessão de coleta 22	Treinamento
Sessão de coleta 23-38	Treinamento
Sessão de coleta 39	Treinamento
Sessão de coleta 40	Treinamento
Sessão de coleta 41	Teste de 1 RM
Sessão de coleta 42	Ressonância Magnética Computadorizada

Fonte: Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC-UFMG)

2.2.2 Avaliação Física

Inicialmente, na primeira sessão foi realizada a caracterização da amostra através de medidas de massa corporal obtida por meio de uma balança antropométrica (FILIZOLA, Brasil) com precisão de 0,1 kg, enquanto a estatura foi registrada através de um estadiômetro acoplado, com precisão de 0,5 cm (FILIZOLA, Brasil). Para a determinação do percentual de gordura foi utilizado a técnica de dobras cutâneas e seu cálculo foi realizado de acordo com o protocolo utilizado por Jackson e Pollock (1978). Após a caracterização da amostra foram realizados testes de uma repetição máxima (1RM). Os testes de 1RM implicam em tentativas de levantar uma única vez um determinado peso de forma correta de acordo com uma padronização prévia. O teste deve iniciar com uma carga abaixo do nível máximo do indivíduo, de modo que, se o movimento for realizado corretamente, o peso deverá ser aumentado para a próxima tentativa até quando o

indivíduo não conseguir realizar o movimento com perfeição (POWERS, 2000). Foi solicitado as voluntárias que se posicionassem da forma mais cômoda possível no aparelho extensor de joelhos sentado. Foram registrados todos os ajustes necessários para esta posição, permitindo assim que este posicionamento seja replicado em todos os procedimentos e sessões de coleta posteriores.

2.2.3 Ressonância magnética Computadorizada (RMC)

As voluntárias foram submetidas a exames de ressonância magnética computadorizada (RMC) do músculo quadríceps direito para determinação da área de secção transversa. A ressonância magnética é um exame que tem como princípio básico a interação de eficientes campos magnéticos com os tecidos do corpo humano, obtendo respostas significativas dos órgãos e estruturas da natureza humana (LIMA, 2004). As voluntárias permaneceram em decúbito dorsal em uma maca com as pernas totalmente estendidas e com os músculos relaxados. Elas permaneceram nesta posição por um período de 20 minutos antes que os exames fossem realizados. No exame de RMC foram realizadas três imagens axiais para determinação das AST a 50% (49, 50 e 51%) da distância entre a borda superior da patela e a espinha ilíaca ântero-superior, mesmas posições adotadas por Melnyck *et al.* (2009). Entretanto, nestas imagens foram separadas as AST dos músculos reto femoral, vastos medial, lateral e intermédio, determinadas através do *software* Osirix 5.8.

2.3 - Cuidados éticos

Este estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional em Saúde (Resolução 466/2012) envolvendo pesquisas com seres humanos e foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CAAE 30594714.0.1001.5149). Antes de iniciarem qualquer atividade neste projeto, as voluntárias receberam todas as informações quanto aos objetivos, ao processo metodológico do projeto, bem como os possíveis riscos e benefícios de participação no estudo. As voluntárias assinaram um Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido e estavam cientes de que a qualquer momento poderão deixar de participar da pesquisa. Foram tomadas precauções no intuito de preservar a privacidade dos voluntários, sendo que a saúde e o bem estar destes estarão sempre acima de qualquer outro interesse.

2.4 Análises Estatísticas

Para a caracterização da amostra, os valores foram expressos em média e desvio padrão. Para a verificação da hipertrofia muscular, ou seja, aumento na AST e teste de força (1 RM), foi utilizado a diferença dos valores pós treinamento para os valores pré treinamento. Inicialmente foi verificada a distribuição de normalidade dos dados através do teste de Shapiro Wilk. Foi utilizado o teste T para testar a hipótese da diferença dos valores serem \geq zero, considerando o nível de significância de $p \leq 0,05$

3.0 RESULTADOS

Na tabela 2 têm-se os dados da caracterização da amostra participante do estudo.

Tabela 2: Caracterização de média e desvio padrão das voluntárias.

12 Voluntárias	Idade	Anticoncepcional	Massa Corporal(kg)	Estatura(cm)	% gordura
Média	21,25	Todas	59,69	161,0	25,74
Desvio Padrão	$\pm 1,91$	-----	$\pm 7,82$	$\pm 6,0$	$\pm 5,93$

Fonte: Caracterização da amostra realizada no (LAMUSC-UFMG)

No gráfico 1 tem-se os valores de 1RM medidos antes e após o treinamento de força. Observou-se um aumento significativo com $p = 0,001$.

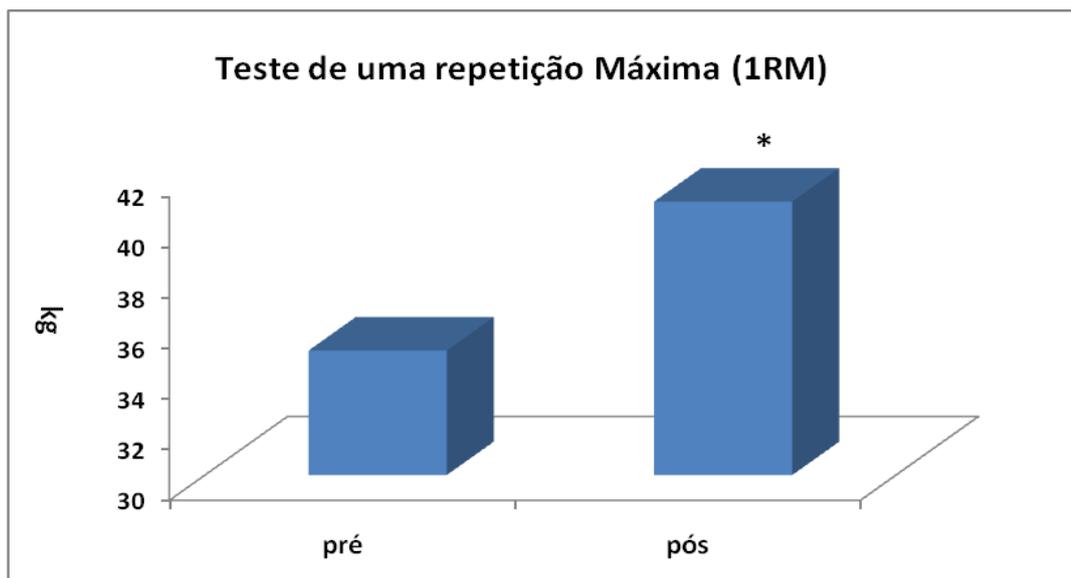


Gráfico 1: Pré = antes do treinamento; pós = depois do treinamento; * = $p < 0,05$ para o pré-treinamento.

No gráfico 2 tem-se os resultados da diferença em cm^2 , pós e pré treinamento, calculada a partir das medidas da AST dos músculos que compõem o quadríceps a 50% da distância entre a borda superior da patela e a espinha ílaca ântero-superior. Foi observada diferença significativa para todos os músculos estudados, ou seja, valores maiores que zero, indicando hipertrofia muscular ($p = 0,004$ reto femoral; $p = 0,001$ para o vasto lateral; $p = 0,002$ para o intermédio; $p = 0,004$ para o medial; e $p = 0,000061$ para o quadríceps).

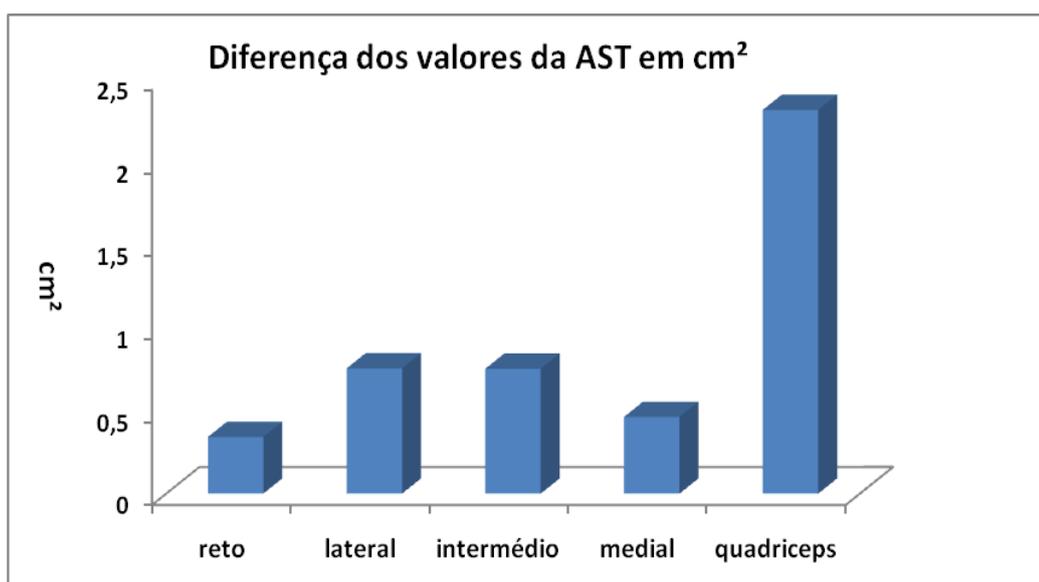


Gráfico 2. AST = Área de Secção Transversal; cm^2 = centímetros quadrados. Reto = Reto Femoral ($p = 0,004$); Lateral = Vasto Lateral ($p = 0,001$); Intermédio = Vasto Intermédio ($p = 0,002$); Medial = Vasto Medial ($p = 0,004$); Quadríceps = Quadríceps Femoral ($p = 0,000061$).

No gráfico 3 tem-se os valores das diferenças na AST de cada músculo que compõe o quadríceps em valores percentuais (valores relativos).

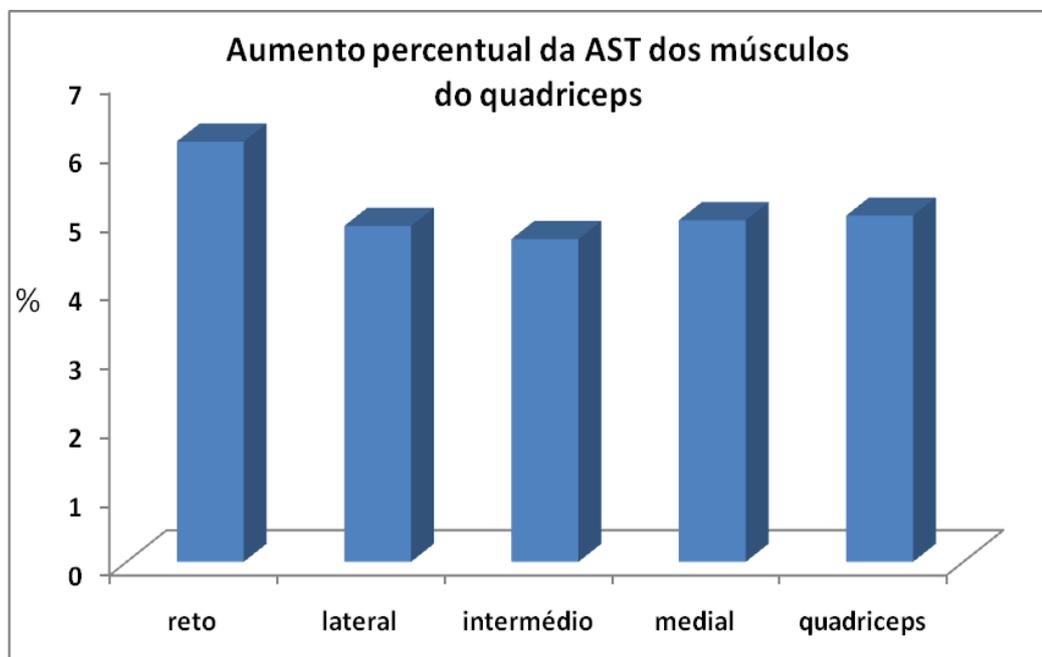


Gráfico 2: Comparação do aumento percentual (%) dos músculos que compõem o quadríceps femoral.

Para o controle da duração da ação muscular, foi utilizado o metrônomo e para o registro desta duração utilizou-se um eletrogoniômetro (NORAXON, Estados Unidos) sendo a duração média da ação muscular excêntrica de 4,897 segundos e o desvio padrão de 0,257, sendo estes valores referentes a média da 2^o, 18^o e 34^o sessão de treinamento.

3.1 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo demonstram que um programa de treinamento de força predominantemente excêntrico, dos músculos extensores de joelho (reto femoral, vasto lateral, vasto medial e vasto intermédio), promoveu uma resposta hipertrófica após 10 semanas de treinamento. Embora um considerável número de estudos tenha avaliado os efeitos do treinamento de força sobre o músculo quadríceps femoral, o presente estudo buscou verificar as adaptações ao

longo de um período de 10 semanas de treinamento predominantemente excêntrico em mulheres.

Alguns estudos publicados justificam o fato de ocorrer hipertrofia muscular em treinamento de força com ação muscular excêntrica. Lastayo (2003) alega que mais força pode ser gerada excentricamente, sendo que esse treinamento sobrecarregaria mais o músculo, o que induziria a uma maior síntese de proteínas. Também tem sido sugerido que isso ocorreria devido a um maior recrutamento das fibras do tipo II durante essas ações musculares (ENOKA, 1997), já que estas fibras normalmente demonstram maior potencial de hipertrofia que as fibras tipo I (KRAEMER *et al*, 2002).

Enoka (1997) mostrou que o sistema nervoso tem como característica um comando distinto durante as ações musculares excêntricas, no qual ocorre uma alteração na ordem de recrutamento, com um aumento na ativação das fibras tipo II. Estudos demonstram que, após exercícios excêntricos máximos, os danos celulares ocorrem quase que na sua totalidade nas fibras tipo II, o que confirmaria um recrutamento seletivo, neste tipo de ação muscular. Lieber (2002) registrou um aumento considerável na área das fibras do tipo II após um treinamento exclusivamente excêntrico, o que corrobora com o achado do nosso estudo.

Narici *et al.* (1996) citaram ganhos de 19% na AST do quadríceps após seis meses de treinamento com indivíduos saudáveis. Higbie *et al* (1996) observaram hipertrofia de 7% no quadríceps de mulheres saudáveis após dez semanas de treino excêntrico, com três seções de exercício máximo no dinamômetro isocinético, durante 05 segundos, com um intervalo de dois minutos, enquanto que, Seger *et al* (1998) registraram aumentos de apenas 3 a 6%, após dez semanas de treinamento excêntrico, além de também mensurar um aumento no torque de 35% a uma velocidade angular de 90°/s. O estudo de Higbie *et al* (1996) apresentou uma metodologia semelhante a este estudo. Observa-se uma enorme escassez de estudos envolvendo mulheres jovens.

Narici *et al* (1996) não só encontraram diferença entre os feixes, mas também ao longo do próprio ventre de cada um dos feixes. Em seu estudo, os maiores ganhos foram encontrados no reto femoral (27.9%), seguido pelo vasto lateral (19.5%), vasto medial (18.7%) e vasto intermédio (17.4%). Os autores

demonstraram também que, após o segundo mês de treinamento o torque e a AST do quadríceps aumentaram de forma paralela. Já no nosso estudo, a ordem de ganho nos feixes variou. Como o período de treinamento foi menor, conseqüentemente o volume da AST foi menor. O reto femoral teve um ganho de (6,10%), segundo o medial (4,96%), seguido pelo vasto lateral (4,87%) e por fim o intermédio (4,69 %).

Hortobágui (1996) comparou o ganho de força excêntrico, concêntrico e isométrico, como resultado da aplicação de um treinamento excêntrico, mostrando um maior ganho de força percentual para a força excêntrica (42%), depois isométrica (30%), e por último a concêntrica (13%). No presente estudo não foi feito um comparativo entre os diferentes tipos de força, apenas a observação do efeito do treinamento excêntrico, observando-se aumento da AST para o quadríceps e ganho de força estimado a partir do teste de 1RM das mulheres adultas jovens.

Enoka (1997) e Lieber (2002) têm sugerido que nas semanas iniciais de treinamento poucas alterações no trofismo muscular são percebidas, sendo que os ganhos registrados na força são quase que exclusivamente atribuídos às alterações neurais.

A maioria dos estudos realizados, não demonstra ganhos significativos de massa muscular nas fases iniciais do treinamento. Hortobagyi *et al* (2001) observaram que as adaptações iniciais ao treino de resistência são quase que exclusivamente neurais. Apesar de existir estudos com treinamento de força convencional que encontraram incrementos do comprimento fascicular do quadríceps femoral a maioria dos trabalhos com essa finalidade não reportam alterações desse parâmetro após cinco, nove ou mesmo 16 semanas de treinamento (BIRD, 2012). Em contrapartida, nosso experimento já obteve hipertrofia após 10 semanas de treinamento.

Segundo Chagas (2004), as normativas de prescrição do treinamento de força, visando à hipertrofia muscular esquelética, deve levar em consideração os diferentes componentes da carga de treinamento e as variáveis estruturais, que podem influenciá-los. Para o treinamento de força visando à hipertrofia muscular, vêm sendo sugeridos diferentes valores para os componentes da carga. Volumes variando entre quatro e seis séries de oito a 20 repetições, com pausas de dois a

três minutos entre séries e intensidades de 60% a 85% de uma repetição máxima (1RM) são freqüentemente citados (FLECK e KLAEMER, 1999). Porém, nestas normas generalizadas ainda não se tem referências precisas sobre o impacto das durações das ações musculares e sua relação com a hipertrofia.

Alguns estudos relacionados à efeitos da velocidade de execução das ações excêntricas, observou-se que as ações de alta velocidade resultaram em maiores ganhos de força e de hipertrofia, quando comparadas com as AE executadas em baixa velocidade e com as ações concêntricas. (FARTHING e CHILLIBECK, 2003 e PADDON-JONES, 2005). Neste ponto vale esclarecer que a medida da velocidade de execução das AE (Ações Excêntricas) é feita em graus por segundo. Assim, exercícios executados abaixo de 60º/segundo são considerados de baixa velocidade, enquanto acima de 180º/segundo são considerados exercícios de alta velocidade.

Tem sido sugerido que a maior velocidade de execução durante as AE aumenta a força produzida devido ao aumento da tensão passiva sobre as estruturas elásticas do músculo esquelético. Este aumento “extra” da tensão, associado à alta tensão própria das AE, resultaria num maior grau de dano muscular induzido pelo exercício. Devido ao fato do treinamento com AE causar maior hipertrofia dos músculos exercitados, o dano muscular induzido pelo exercício excêntrico passou a ser incluído como um dos estímulos relevantes para o ganho de força, e em particular, de massa muscular (SHEPSTONE *et. al.* 2005).

No presente estudo, não teve como objetivo comparar diferentes velocidades e durações de movimentos e sim investigar se o treinamento excêntrico em mulheres, com controle na velocidade de execução das ações musculares, resultaria em hipertrofia muscular e aumento de força, mesmo não estando às normativas de carga dentro da faixa amplamente citada na literatura (CHAGAS e LIMA, 2008).

Além disso, deve-se destacar também que a carga utilizada neste estudo foi estimada a partir do teste de 1RM, que sabidamente tem seu valor medido a partir da ação muscular concêntrica, sendo portanto, subestimada para a ação muscular excêntrica, que segundo Farthing (2003) consegue desenvolver mais força do que a ação muscular concêntrica. Mesmo assim observou-se hipertrofia muscular e ganho de força estimado a partir do teste de 1RM.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se um aumento na força máxima medida através do teste de 1RM e na área de secção transversa (AST) dos músculos do quadríceps (reto femoral, vasto lateral, vasto medial e vasto intermédio) de mulheres submetidas a um treinamento de força com predominância na ação muscular excêntrica no aparelho de extensão de joelhos.

REFERENCIAS

ADAMS, G. R. et al. **Skeletal muscle hypertrophy in response to isometric, lengthening, and shortening training bouts of equivalent duration.** Journal of Applied Physiology, [S.l.], v. 96, p.1613-1618, May 2004.

ALBERT, M. **Treinamento Excêntrico em Esportes e Reabilitação**, 2.ed. São Paulo; Editora Manole, 2002.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. **Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Indianapolis, v.34, n.2, p.364-380, 2002.

ASTRAND, P. O. **Tratado de Fisiologia do Exercício.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

BADILLO J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do Treinamento de Força: Aplicação ao Alto Rendimento Esportivo.** Porto Alegre: Artmed, 2001.

BARONI, B. M.; LEAL JUNIOR, E. C.; DE MARCHI, T.; LOPES, A. L.; SALVADOR, M.; VAZ, M. A. **Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans.** *Eur J Appl Physiol*, v. 110, n. 4, p. 789-96, 2010.

BARONI BM, STOCCHERO CMA, SANTO RCE, RITZEL CH, VAZ MA. **The effect of contraction type on muscle strength, work and fatigue in maximal isokinetic exercise.** *Isokinetics and Exercise Science*; 19 (3):215-220, 2012.

BARROSO, R.; TRICOLLI, V.; UGRINOWITSCH, C. **Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas.** *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2005; 13(2): 111 – 122.

BIRD, S.P.; TARPENNING, K.M.; MARINO, F.E. **Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness: A Review of the Acute Programme Variables.** Sports Medicine, v. 35, n. 10, p. 841-51, 2005.

CARVALHO, T. B. et al. **Treinamento de força excêntrica em idosos: revisão acerca de adaptações fisiológicas agudas e crônicas.** Revista Brasileira de Ciência e Movimento. a. 4, n.20, p. 112 – 121, 2012.

CHAGAS, M.H; LIMA, F.V. **Musculação: variáveis estruturais.** Belo Horizonte: Casa da Educação Física, 2008.

CONCEICAO MS, LIBARDI CA, NOGUEIRA FR. et al. **Effects of eccentric exercise on systemic concentrations of pro- and anti-inflammatory cytokines and prostaglandin (E2): comparison between young and postmenopausal women.** Eur J Appl Physiol. 2012; 112: 3205-13.

DINIZ, L. S.; BARROS, M. L. G. **Características da contração muscular excêntrica e sua relação com as lesões musculares por estiramento: uma revisão da literatura.** P.9-11 Belo Horizonte 2009.

ENOKA, R. M. **eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system.** J. Appl. Physiol. V. 81. P. 2339-2346, 1996.

FARTHING JP, CHILIBECK PD. **The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy.** Eur J Appl Physiol 2003a;89(6):578- 586.

FLECK, STEVEN J; KRAEMER, WILLIAN L. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 2. Ed. Porto Alegre: Artemed, 1999.

FLECK, J.S; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 3ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2004.

FOLLAND JP, WILLIAMS AG. **The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength.** Sports Med 2007;37(2):145-168

FONSECA, S. T. et al. **Integration of stress and their relationship to the kinetic chain.** In: MAGEE, D. J. et al. Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal rehabilitation. 1st ed. [S.l.]: Saunders Elsevier, 2007, chap.23, p.476-486.

GLASS, D.J. **Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways.** The international Journal of Biochemistry & Cell Biology. v.37, p. 1974-1984, 2005.

GUILHEM G, CORNU C, GUEVEL A. **Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise.** Ann Phys Rehabil Med 2010a; 53(5):319-341.

HAKKINEN K, PAKARINEN A, ALEN M, KAUKANEN H, KOMI P. **Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years.** J Appl Physiol 1988;65:2406-12

HAMILL, J; KNUTZEN, K. M. **Considerações musculares sobre o movimento.**

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano.** 1. Ed. Barueri: Manole, 1999, cap.3, p.71-102.

HORTOBÁGYI T., HILL J. P., HOUMARD J. A., FRASER D. D., LAMBERT N. J., ISRAEL R. G. **Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans.** J. Appl. Physiol. 80:765–772.1996.

JACKSON AS, Pollock ML, Ward A. **Generalized equations for predicting body density of men.** Br J Nutr 1978;40:497-504.

KLOSSNER, S. et al. **Muscle transcriptome adaptations with mild eccentric ergometer exercise.** European Journal of Physiology, [S.l.], v.455, p.555-562, 2007.

KOMI, P.V. **Força e potência no esporte.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed., 2006.

KRAEMER, W.J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E.; TRIPLETT-McBRIDE, T. **Progression models in resistance training for healthy adults.** Med. Sci. Sports Exerc. v. 34, p. 364-380, 2002.

KRAEMER, W. E.; HAKKINEN, K. **Treinamento de força para o esporte.** Porto Alegre: Artmed, 2004.

LASTAYO, P.C.; PIEROTTI, D.J.; PIFER, J.; HOPPELER, H.; LINDSTEDT, S.L. **Eccentricergometry: increases in locomotor muscle size and strength at low exercise intensities.** Am. J. Physiol. Reggulatory Integrative Comp. Physiol. v. 45, p. 1661-1666, 2000.

LIEBER, R.L. **Skeletal Muscle Structure, Function and Plasticity.** 2^aed. Philadelphia, USA. Lippincott Williams & Wilkins, 2002. 369 p.

LIMA, E. V.; TORTOZA, C.; ROSA, L. C. L.; MARTINS, R. A. B. L. **Estudo da correlação entre a velocidade de reação motora e o lactato sanguíneo, em diferentes tempos de luta no judô.** Rev Bras Med Esporte. v. 10, n.6, p: 339-343, Set/Out, 2004.

LIMA JA, DESAI MY. **Cardiovascular magnetic resonance imaging: current and emerging applications.** J Am Coll Cardiol 2004;44: 1164-71. Electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology 2003;13(1):93-101.

MONTEIRO, A.G.; LOPES, C.R. **Periodização Esportiva: estruturação do treinamento.** AG editora, São Paulo, 2009

MOORE DR., YOUNG M., PHILLIPS SM. **Similar increases in muscle size and strength in young men after training with maximal shortening or lengthening contractions when matched for total work.** 2005 Eur J Appl Physiol.

NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para a reabilitação física.** 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006, cap.1, p.3-24.

NICKOLS-RICHARDSON SM., MILLER LE, WOOTTEN DF., RAMP WK, HERBERT WG. **Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat-free soft tissue mass, and specific bone mineral measurements in young women.** Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. 2007; 18(6):789-96.

NORRBRAND L, FLUCKEY JD, POZZO M, TESCH PA. **Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size.** Eur J Appl Physiol 2008; 102(3):271-281.

POWERS SK, HOWLEY ET. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 3. Ed. Barueri: Manole; 2000.

RAJ IS, BIRD SR, WESTFOLD BA, SHIELD AJ. **Effects of eccentrically biased versus conventional weight training in older adults.** Med Sci Sports Exerc 2012; 44(6):1167-1176.

REZENDE, F. M. A. et al. **Efeito de um treinamento resistido periodizado, conforme as fases do ciclo menstrual, na composição corporal e força muscular.** Brazilian Journal of Biomechanics, vol. 3, núm. 1, mar., 2009, pp. 65-75, Universidade Iguazu: 22 jun. 2013.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P.J. **Effect of movement velocity on the relationship**

between training load and the number of repetitions of bench press. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 20, n. 3, p. 523-27, 2006.

SCHMIDTBLEICHER, D. **Training of power events.** In: KOMI (Ed.) **Strength and power in sport.** Oxford: 1 ed. Blackwell Siences, 2006.

SHEPSTONE TN, TANG JE, DALLAIRE S, SCHUENKE MD, STARON RS, PHILLIPS SM. **Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men.** J Appl Physiol 2005;98(5):1768-1776.

SILVA, N.L; FARINATTI, P.T. **Influência das variáveis do treinamento contra resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Niterói, v.13, n.1, jan./fev., 2007.

TANI, G.; BASTOS, F. C.; CASTRO, I. J.; JESUS, J. F.; SACAY, R. C.; PASSOS, S. C. E. **Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora.** Revista Paulista de Educação Física. V.6, n.1, p.16-25, 1992.

WEINECK, J. **Treinamento ideal. Instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil.** 9º ed. São Paulo: Manole, 2003.

WEINECK, J. **Treinamento ideal.** São Paulo: Manole, 1999.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEÉ, R. **The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle crosssectional area in humans.** Sports Medicine, Auckland, v. 37, n. 3, p. 225-264. 2007

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro. Grupo Palestra Sport, 1992.