



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**ROBERTO MORIGGI JUNIOR**

**INFLUENCIA DO TREINO DE FLEXIBILIDADE PRÉ-TREINAMENTO DE  
FORÇA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES**

Campinas  
2016

ROBERTO MORIGGI JUNIOR

**INFLUENCIA DO TREINO DE FLEXIBILIDADE PRÉ-TREINAMENTO DE  
FORÇA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, na Área de Atividade Física Adaptada.

Orientador: Cláudia Regina Cavaglieri

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO ROBERTO MORIGGI JUNIOR, E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. CLÁUDIA REGINA CAVAGLIERI.

Campinas

2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CNPq, 130462/2015-2

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Educação Física  
Andréia da Silva Manzato - CRB 8/7292

M825i Moriggi Junior, Roberto, 1990-  
Influência do treinamento de flexibilidade pré-treinamento de força nas adaptações neuromusculares. / Roberto Moriggi Junior. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Cláudia Regina Cavaglieri.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Alongamento. 2. Amplitude de movimento. 3. Músculo esquelético. 4. Treinamento resistido. I. Cavaglieri, Cláudia Regina. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Influence of flexibility training pre-strength training in neuromuscular adaptations.

**Palavras-chave em inglês:**

Stretching

Range of motion

Skeletal muscle

Resistance training

**Área de concentração:** Atividade Física Adaptada

**Titulação:** Mestre em Educação Física

**Banca examinadora:**

Cláudia Regina Cavaglieri [Orientador]

Marco Carlos Uchida

Paulo Henrique Marquetti

**Data de defesa:** 19-09-2016

**Programa de Pós-Graduação:** Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA

Cláudia Regina Cavaglieri

Marco Carlos Uchida

Paulo Henrique Marquetti

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno

**Dedico este trabalho a todas as pessoas que direta ou indiretamente me apoiaram para a  
realização deste trabalho.**

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar gostaria de agradecer toda minha família, em especial meus pais Roberto Moriggi e Terezinha Tarossi Moriggi, a minhas irmãs Karen Roberta Moriggi, Kelly Cristina Moriggi Betin, a meus sobrinhos Rafaela Moriggi, Ryan Moriggi Betin, a meus cunhados Ricardo Betin e Jefesson Ginetti e também, mesmo por um curto período de tempo, agradeço também pelo apoio a Raiza Godoy Zotelli.

Também gostaria de agradecer ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (FISEX-FEF-UNICAMP) pelo apoio dado, não somente no mestrado, mas sim durante todos os 4 anos que o frequentei. Desta forma, o meu respeito e o meu muito obrigado às professoras Mara Patrícia e a minha orientadora, Cláudia Regina Cavaglieri por terem acreditado em meu trabalho.

Também gostaria de agradecer toda a equipe FISEX, em especial aos grandes amigos Ricardo Berton, Thiago Frota, Alex Castro, Arthur Gaspari, Edson Mendes Junior, Marina Ferreira e Miguel Conceição por terem feito parte desta longa, mas prazerosa caminhada.

## Resumo

Inúmeros fatores podem influenciar negativamente nos ganhos de força e hipertrofia muscular advindo do treinamento de força (TF). Um desses possíveis fatores é a realização do treinamento de flexibilidade pré-sessão do TF (FLEX-TF). É evidenciado que após o alongamento o volume total (series x repetições x carga) da sessão do TF diminui significativamente. Uma vez que o volume total da sessão é importante para os ganhos de força e hipertrofia muscular, é possível sugerir que a execução do FLEX-TF poderá influenciar negativamente esses ganhos neuromusculares crônicos. Portanto, o objetivo do estudo é verificar se o treinamento de flexibilidade pré TF atenua os ganhos de força e hipertrofia muscular em comparação ao TF sem a realização do alongamento. Para isso foram recrutados 11 voluntários jovens do sexo masculino, recreacionalmente ativos. Todos os voluntários passaram por um período de 10 semanas sem realizar exercícios físicos regulares, apenas as avaliações pré e pós este período, que, foi denominada de controle, logo após, os mesmos tiveram seus membros inferiores randomizados e balanceados (de acordo com a força e área muscular) em 2 grupos distintos: treinamento de força até a falha concêntrica (TF) e treinamento de força até a falha concêntrica com exercício de alongamento antecedente (FLEX-TF). Todos os voluntários realizaram 4 séries de um exercício para membros inferiores (cadeira extensora), com intervalo de 1 minuto, sendo que apenas o grupo FLEX-TF realizaram pré treinamento de força 2 séries de 25 segundo de alongamento até a amplitude articular e percepção subjetiva de dor máxima. A frequência de treinamento foi de 2 vezes por semana durante 10 semanas. A flexibilidade, a força muscular (1RM) e área de secção transversa (AST) do musculo vasto lateral foram coletadas pré e pós-treinamento. Para a análise estatística foram utilizados os seguintes testes respectivamente, Shapiro-Wilks e Levene, ANOVA one-way, teste-t independente, ANOVA two-way, *post hoc* de Tukey, ANOVA one-way e por fim, foi calculado o *effect size*. Os dados foram analisados pelos programas SPSS 17.0 e BioEstat 5.0 com nível de significância de 5%, todos os dados foram apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. Número de repetições e volume total foram maiores para o TF em comparação ao FLEX-TF tanto nas semanas de 1 a 5 quanto nas de 6 a 10. Quanto a AST do musculo vasto lateral, observou-se um efeito principal de tempo, no entanto, uma maior mudança foi observada para o TF em comparação ao FLEX-TF (12,7% e 7,4%, respectivamente). Também foi observado efeito principal de tempo para o 1RM, com a mudança semelhante para o TF e FLEX-TF (12,7% e 12,9%, respectivamente). Flexibilidade foi aumentada de forma significante do período pré para pós-treino só para o FLEX-TF. Observou-se uma maior mudança para o FLEX-TF (10,1%) do que TF (2,1%). Conclusão: Estes resultados sugerem que a realização do treinamento de flexibilidade imediatamente antes do treinamento de força pode contribuir para um menor número de repetições, volume total e hipertrofia muscular.

**Palavras-chave:** treinamento de alta intensidade, AST, alongamento, falha concêntrica.

## Abstract

Several factors can influence negatively in strength gains and muscle hypertrophy arising strength training (ST). One possible factor is the realization of pre-session ST stretching exercise (FLEX-ST). It is evident that after stretching the total volume (sets x repetitions x load) ST session decreases significantly. Since the total volume of the session is important for strength gains and muscle hypertrophy, it is possible to suggest that the implementation of FLEX-ST may negatively influence these chronic neuromuscular gains. Therefore, the objective of the study is to verify if the FLEX-ST attenuates the strength gains and muscle hypertrophy compared to ST without performing stretching. For that they were recruited 11 young male volunteers, recreationally active. All volunteers underwent a 10-week period without performing regular exercise, only the pre- and post this period, which was named control, shortly after they had their lower limbs randomized and balanced (according to the strength and muscular area) in 2 groups: strength training to concentric failure (ST) and strength training to concentric failure with antecedent stretching exercise (FLEX-ST). All volunteers performed four sets of one exercise for lower limbs (leg extension), with an interval of 1 minute, with only the FLEX-ST group performed pre strength training two sets of 25 second extension to the range of motion and subjective perception maximum pain. The frequency of training was 2 times per week for 10 weeks. The flexibility, muscle strength (1RM) and cross-sectional area (CSA) of the vastus lateralis muscle were collected pre- and post-training. For statistical analysis the following tests were used respectively, Shapiro-Wilks and Levene, ANOVA one-way, independent t-test, ANOVA two-way, post hoc Tukey, ANOVA one-way, paired t-test, typical error and coefficient of variation, and finally, the effect size was calculated. Data were analyzed by SPSS 17.0 and 5.0 BioEstat programs with 5% significance level, all data were presented as mean  $\pm$  standard deviation. Number of repetitions and total volume were greater for ST as compared to the FLEX-ST for 1 to 5 weeks and 6 to 10. Number of repetitions and total volume were greater for the RT than FLEX-RT for the weeks 1 to 5 and 6 to 10. Regarding the vastus lateralis muscle CSA, it was observed a main time effect, however, greater change was observed for the RT than FLEX-ST (12.7% and 7.4%, respectively). It was also observed main time effect for 1RM, with similar changes for the RT and FLEX-RT (12.7% and 12.9%, respectively). The flexibility was increased pre to post-training for the FLEX-ST, with greater change for the FLEX-ST (10.1%) than ST (2.1%). *Conclusion:* These results showed that to perform flexibility training immediately before of the resistance training can contribute to a lower number of repetitions, total volume and, muscle hypertrophy.

**Keywords:** stretching, range of motion, skeletal muscle, resistance training.



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TF	Treinamento de força
FLEX-TF	Treinamento de flexibilidade pré treinamento de força
GC	Grupo controle
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
RM	Repetições máximas
BISO	Baixa intensidade sem oclusão
BIO	Baixa intensidade com oclusão
AI	Alta intensidade
PLD	Fosfolipase D
PA	Ácido fosfátidico
IMC	Índice de massa corporal
MMII	Membros inferiores
EVA	Escala visual analógica

# Sumário

Introdução.....	11
1. Revisão de Literatura.....	12
1.1 Alongamento e Flexibilidade.....	12
1.2 Adaptações ao treinamento de flexibilidade.....	13
1.3 Treinamento de força .....	16
1.4 Adaptações neuromusculares ao treinamento de força: mecanismos.....	19
1.5 Treinamento de força vs. Treinamento de flexibilidade.....	22
2. Objetivos.....	25
2.1 Objetivo geral.....	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3. Materiais e Métodos.....	25
3.1 Amostra.....	25
3.2 Estudo Piloto.....	26
3.3 Desenho experimental.....	26
3.4 Avaliação antropométrica.....	27
3.5 Área de secção transversa do músculo vasto lateral.....	27
3.6 Avaliação da força máxima dinâmica.....	29
3.7 Protocolos de treinamento.....	29
3.8 Avaliação da flexibilidade.....	30
4. Análise Estatística.....	31
5. Resultados.....	33
5.1 Antropometria e idade.....	33
5.2 Erro típico e coeficiente de variação.....	33
5.3 Número de repetições e volume total de treinamento.....	33
5.4 Área de secção transversa do músculo vasto lateral.....	34
5.5 1-RM.....	35
5.6 Flexibilidade.....	36
5.7 Effect size.....	37
5.8 Resposta individual.....	37
Discussão.....	38
Conclusão.....	42
Referências.....	43
Anexo 1: TCLE.....	55

## Introdução

O volume muscular, a força e a flexibilidade são componentes essenciais para melhora e manutenção da saúde (ACSM, 2000; ACSM, 2011), levando a benefícios na função metabólica (HENSON et al, 1987; MILLER et al, 1994; JURCA et al, 2004; ORMSBEE et al, 2009; ), aumento da autonomia funcional (MARCHAND et al, 2002; KRAEMER et al, 2002; ACSM, 2002; ACSM, 2011) e são essenciais para pratica segura e eficaz de esportes (ALTER, 1999). Deste modo, fica plausível inferir que o volume muscular, a força e a flexibilidade devem ser amplamente estimuladas e incorporadas nos programas de treinamento para diversas populações.

Segundo o ACSM (2011) para que ocorra melhora destes componentes deve-se realizar o treinamento de força e de flexibilidade, contudo, apesar da eficácia de ambos os métodos, a organização do treinamento de flexibilidade no programa de treinamento, ou seja, a ordem em que é realizado deve ser cuidadosamente avaliada, uma vez que o treinamento de flexibilidade pode interferir negativamente nas adaptações neuromusculares (força e a hipertrofia muscular) ocorridas com treinamento de força (TF).

Quando realizado pré-sessão do TF, o treinamento de flexibilidade pode diminuir a força muscular de forma aguda (KOKKONEN et al, 1998; AVELA et al, 1999; BEHM et al, 2001; YOUNG et al, 2001; KNUDSON et al, 2001; EVETOVICH et al, 2003; CRAMER et al, 2004; EURICO et al, 2005; WALLMANN et al, 2005; PRATI et al, 2006), o número de repetições das séries e consequentemente o volume total de treinamento (NELSON et al, 2005, 2005; PRATI et al, 2006; FRANCO et al, 2008; GOMES et al, 2011; BARROSO et al, 2012; MORIGGI Jr et al, ESTUDO PILOTO). Estudo de Moriggi Jr et al (ESTUDO PILOTO- ) observaram uma diminuição no volume total de treinamento quando realizado a sessão de flexibilidade pré sessão de TF até a falha concêntrica, em comparação ao grupo que realizou somente a sessão de TF até a falha concêntrica (23%). Neste sentido, a diminuição do volume total de treinamento pode ser prejudicial para os ganhos de força e hipertrofia muscular, uma vez que, estudos têm evidenciado que um menor volume de TF pode contribuir para um menor ganho de força e hipertrofia muscular (Krieger, 2010).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar se o treinamento de flexibilidade realizado antes do TF pode atenuar os ganhos de força e hipertrofia muscular em comparação ao TF sem a realização do alongamento. Como hipótese, espera-se que o treinamento de flexibilidade realizado cronicamente pré TF obtenha um menor ganho de força e hipertrofia muscular comparado ao TF sem a realização do treinamento de flexibilidade.

## **1 Revisão de literatura**

### **1.1 Alongamento e Flexibilidade**

Os termos alongamento e flexibilidade são facilmente confundidos por estarem interligados. Segundo Dantas (2005) a flexibilidade trata-se da capacidade física responsável pela execução voluntária ou não de um movimento de amplitude angular máxima, por uma articulação ou conjunto de articulações, sem risco de provocar lesões, sendo considerada uma capacidade física relacionada à saúde (ACSM, 2011). Em contrapartida, o alongamento é um método de treinamento que tem como objetivo manter e/ou aumentar os níveis de flexibilidade através da concretização de movimentos com amplitudes normais. Assim sendo, a diferença conceitual entre flexibilidade e alongamento é que no primeiro trata-se de uma capacidade física e, no segundo, de um método utilizado para a manutenção ou melhora dessa capacidade.

Desta forma, objetivando a melhora ou manutenção da flexibilidade, o ACSM (2011) recomenda a realização de um treinamento regular de flexibilidade (alongamento) de cerca de 3 a 4 semanas com uma frequência de duas a três vezes por semana, realizando de 2 a 4 séries de 10 a 30 segundos de manutenção, totalizando 60 segundos.

Entretanto, além dessas recomendações básicas, há também diferentes métodos de alongamento e intensidades que visam maximizar os resultados de melhora da flexibilidade, como o dinâmico, estático (sendo passivo ou ativo) e facilitação neuromuscular.(FELAND et al, 2001; LUCAS, 2003; WINTERS et al, 2004; DANTAS, 2005; MCMILLIAN et al, 2006; REES et al, 2007; WOODS et al, 2007; GAMA et al, 2007; ACSM, 2011).

O alongamento dinâmico nada mais é do que a transição gradual de uma posição do corpo para outra, aumentando progressivamente o alcance e a amplitude de movimento, repetido várias vezes (LUCAS, 2003; MCMILLIAN et al, 2006; ACSM, 2011). Já o alongamento estático é realizado através do estiramento do grupo muscular/tendão, mantendo a posição por um período (10 a 30 segundos). O alongamento estático pode ser ativo ou passivo. O ativo envolve a manutenção da posição utilizando a força do músculo agonista. O passivo consiste na realização do alongamento estático com auxílio externo no qual o movimento é estabilizado e mantido estaticamente (FELAND et al, 2001; LUCAS, 2003; WINTERS et al, 2004; DANTAS, 2005; MCMILLIAN et al, 2006; ACSM, 2011). Já para o método de facilitação neuromuscular proprioceptiva, o voluntário é auxiliado por outro indivíduo que exerce tensão na articulação, alongando a musculatura agonista que posteriormente deve ser contraído de forma a fazer uma força contrária ao movimento,

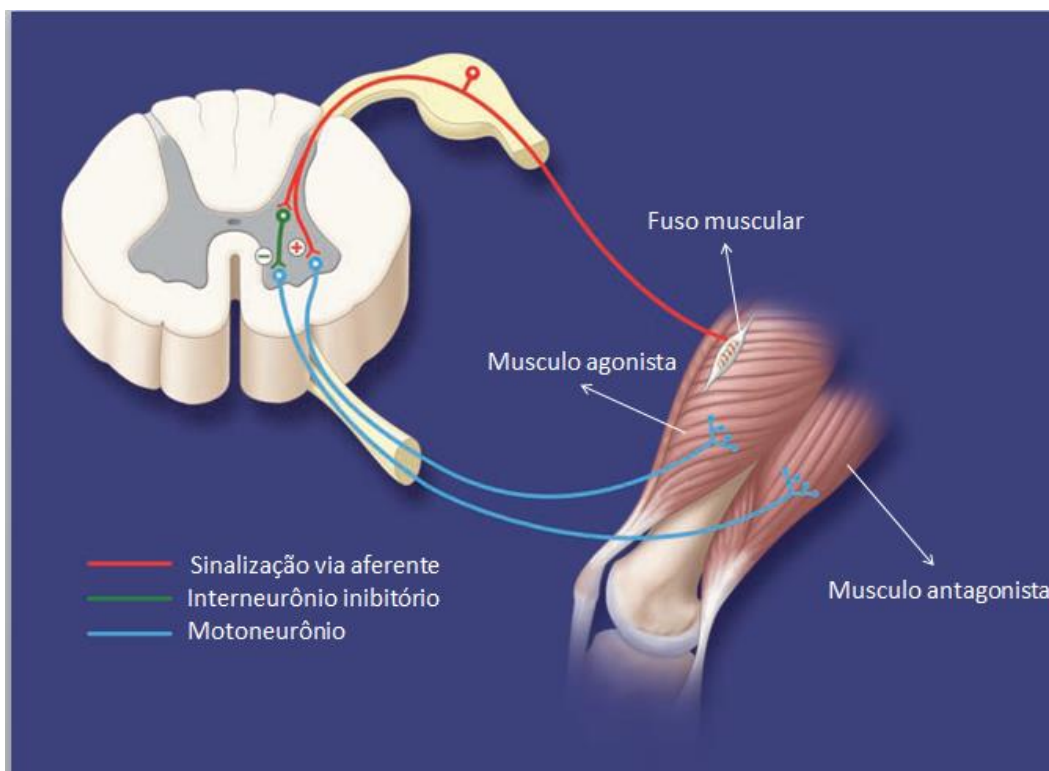
seguido de um breve relaxamento. A manobra novamente é repetida, com aumento da amplitude de movimento (FELAND et al, 2001; DANTAS, 2005; REES et al, 2007; ACSM, 2011). Outro método também muito utilizado e que pode acarretar a maiores resultados de flexibilidade é a realização do alongamento estático porém no alcance da amplitude máxima da articulação, acarretando a uma forte dor no musculo alvo durante a realização do alongamento estático passivo (ACSM, 2011).

## **1.2 Adaptações ao treinamento de flexibilidade.**

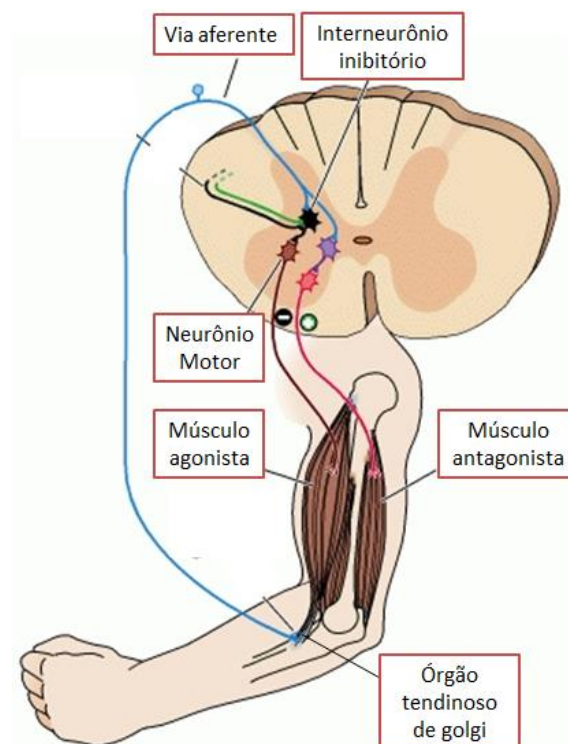
Existem sistemas que estão diretamente ligados às respostas neurais quando efetuado o alongamento, além disso, por se tratar de um evento mecânico, este pode causar diferentes tipos de deformação na estrutura muscular, tendínea e ligamentar (DI ALENCAR e MATIAS, 2010).

As principais estruturas ligadas ao controle neural do estiramento/contração em fases agudas ou crônicas são os receptores periféricos denominados fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi, estes basicamente reconhecem o estado da musculatura e agem de forma reflexa (arco reflexo), mantendo assim todo o centro integrador informado de qual o seu estado (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Assim sendo, o alongamento intenso leva a uma resposta neural denominada reflexo de estiramento e os componentes responsáveis por este mecanismo são os fusos musculares, medula e motoneurônios. Inicialmente os fusos respondem ao alongamento excessivo sinalizando através das terminações sensoriais via aferente à medula (iniciando o arco reflexo). Em seguida, via motoneurônio, a musculatura alongada é contraída e concomitantemente a antagonista é relaxada, para assim resistir ao estiramento (figura 1). Com o objetivo de evitar lesões, caso o alongamento continue de forma vigorosa, estruturas que estão entrelaçadas ao músculo e ligadas aos tendões são ativadas (órgãos tendinosos de Golgi), este faz o processo inverso do fuso, relaxando a musculatura agonista e contraindo a antagonista, o que aumenta agudamente a flexibilidade (TORTORA e GRABOWSKY, 2002) (Figura 2).



**Figura 1:** Reflexo de estiramento via fuso muscular (Adaptado de SATKUNAM, 2003).

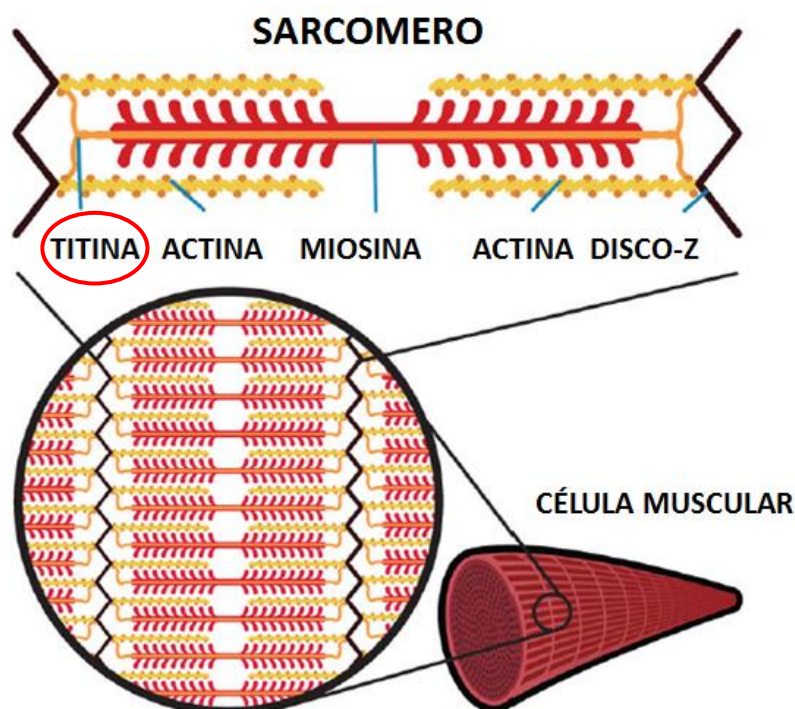


**Figura 2:** Reflexo de estiramento via órgão tendinoso de golgi (Adaptado de PURVES et al, 2001).

Os mecanismos citados anteriormente são processos naturais que ocorrem durante as sessões de alongamento que não necessariamente explicam os aumentos crônicos de

flexibilidade obtidos após um programa intensivo de treinamento. Um possível mecanismo que explica os aumentos obtidos com alongamentos intensivos se trata da capacidade do indivíduo de suportar a dor. Um limiar de dor elevado propicia a aplicação de uma tensão maior, assim um estiramento de mesma tensão pode ser percebido de diferentes formas por diferentes indivíduos (VIVEIRO et al., 2004; GAMA et al., 2007; GAMA et al., 2009).

Outra explicação para os aumentos dos escores de flexibilidade está relacionada à viscoelasticidade (visco = propriedades viscosas; elasticidade = propriedades elásticas) que é a capacidade da estrutura tensionada retornar ao estado pré-intervenção (TAYLOR et al., 1990). Assim sendo, com o treinamento crônico pode ocorrer um fenômeno denominado tixotropia (quando ocorre a alteração da viscosidade através de esforços de cisalhamento), tornando a musculatura alvo mais maleável (GAMA et al., 2007). Outro componente importante para o aumento da flexibilidade que vem sendo relatado na literatura é relacionado à titina, esta é uma proteína de adesão, elástica e extremamente longa que promove a ligação da miosina com a extremidade do sarcômero (figura 3), sendo fortemente afetada pelo alongamento e sua isoforma tipo II colocada como mais importante na elasticidade da estrutura do que as propriedades de adesão dos tendões e outras estruturas elásticas (IMPROTA, POLITOU e PASTORE, 1996; EDMAN e TSUCHIYA, 1996; MINAJEVA et al., 2001; TSKHOVREBOVA e TRINICK, 2001).



**Figura 3:** Anatomia e fisiologia nas escalas moleculares e subcelulares do musculo esquelético (Adaptado de WISDOM et al, 20015). Destacado em vermelho temos a proteína de adesão Titina.

Sendo assim, podemos diferenciar os efeitos do treinamento de flexibilidade como agudo, que está relacionado à capacidade do método alterar o comprimento das estruturas, como tendão e componentes elásticos dos sarcômeros, e crônicos que basicamente inferem a hipertrofia, aumento do número de sarcômeros em serie, resistência a tensão aplicada à musculatura e também a renovação de colágeno (KUBO et al., 2002).

### **1.3 Treinamento de força**

Podemos chamar de treinamento força ou resistido, àqueles realizados contra uma resistência, com capacidade de aumentar a força de contração e o volume muscular (hipertrofia muscular) (GHORAYEB & BARROS, 1999).

Sendo assim, a força pode ser entendida como a capacidade máxima do músculo ou grupamento muscular de gerar tensão em movimentos com determinada velocidade e padrão específico (KNUTTGEN e KRAEMER, 1987). Nahas (2001) a definiu como a capacidade de haver contração muscular para sustentar cargas, levantar objetos, resistir à pressão, empurrar, puxar e, simplesmente o fato de mover o corpo, pode ser uma definição para a capacidade força.

Já a hipertrofia muscular está relacionada ao fenômeno do crescimento no tamanho muscular (are ade secção transversa), que nada mais é do que o aumento do tamanho das fibras que o constituem, sem que haja uma divisão celular, tendo como resultado uma possível melhora da resposta à carga (BOMPA, 1999).

Dessa forma, Simão et al (2004) e ACSM (1998) citaram alguns fatores que podem influenciar a amplitude e duração dessas respostas, e induzir a adaptações sistêmicas, são elas: intensidade, volume, massa muscular ativa, tipo de contração muscular, intervalo de recuperação entre as séries, nível inicial de condicionamento, entre outros.

Em relação aos fatores carga e intensidade, segundo recomendações da ACSM (2011), a intensidade de esforço para melhores ganhos hipertróficos se situa entre 60 a 80% de uma repetição máxima (1RM), sendo que para iniciantes é recomendado de 60 a 70% de 1RM, e para avançados  $\geq 80\%$  de 1RM. Contudo, já se sabe que a realização do TF até falha concêntrica resulta em um aumento gradativo no recrutamento de unidades motoras (MATON, 1981; BIGLAND-RITCHIE et al, 1986; BURD et al, 2012) e como consequência leva a ganhos hipertróficos em qualquer intensidade e carga (MITCHELL et al, 2012;



SHOENFELD et al, 2014; ALEGRE et al, 2015), sendo assim, é um consenso que pode-se ter ganhos hipertróficos semelhantes ao método tradicional recomendado pelo ACSM para hipertrofia muscular e ganhos de força em qualquer intensidade e carga aplicada, com tanto que as repetições sejam levadas até a falha concêntrica (CAMPOS et al, 2002; MITCHELL et al, 2012; SHOENFELD et al, 2014; ALEGRE et al, 2015).

Com relação ao segundo fator, o volume de treinamento, o ACSM (2011) recomenda a realização de 3 a 4 séries, colocando como ideal para a maioria das pessoas (ganhos de hipertrofia e força), contudo Michell et al (2012) mostraram que série simples é igual a múltiplas séries quando levado até a falha concêntrica os exercícios de força mesmo com volume diferente, verificou também que em intensidades diferentes e volume diferentes os resultados hipertróficos são os mesmos quando o treino é levado a falha concêntrica, entretanto, estudo anterior, metanálise realizada por Krieger et al (2010), que buscou verificar se múltiplas séries poderia ser melhor que series simples para hipertrofia muscular, a análise compreendeu 55 effect sizes realizadas através de 19 grupos de tratamento e 9 estudos. Em conclusão, múltiplas séries foi associada a 40% mais efeito para a hipertrofia do que série simples, em ambos os indivíduos treinados e não treinados. Este comportamento também foi observado na força muscular, evidenciando que 2 a 3 séries por exercício estão associados a 46% maiores ganhos de força do que 1 série, em ambos indivíduos treinados e não treinados (KRIEGER et al, 2009).

Outro fator importante que foi citado anteriormente que determina a amplitude dos resultados neuromusculares está relacionado à massa muscular ativa, pois os grupos musculares podem ter responsabilidades diferentes à hipertrofia e ganhos de força quando submetidos ao treinamento de força, isso se deve a composição de fibras de cada grupo muscular. O musculo estriado esquelético basicamente contem 2 tipos de fibras musculares e 1 subtipo, estas são classificadas em tipo I, tipo II e subtipo IIX, as fibras do tipo I são consideradas fibras de contração lenta, vermelhas e de capacidade de gerar energia aerobiamente, as fibras do tipo II tem capacidade de contratação intermediária, são brancas e geram energia de forma combinada, já as fibras tipo IIX, são fibras brancas de contração rápida e capacidade de gerar energia anaerobiamanete (FRY, 2004). Cada grupo muscular contem diferentes concentrações desses três tipos de fibras musculares, para membros inferiores, o musculo gastrocnêmico contêm cerca de 44-76% de fibras do tipo I (JOHNSON et al, 1973; DAHMANE et al,2005; DAHMANE et al, 2006), o músculo sóleo é composto por cerca de 80-96% de fibras do tipo I (JOHNSON et al, 1973; DAHMANE et al, 2005;

DAHMANE et al, 2006), em contra partida o músculo reto femoral é composto por 30-43% de fibras do tipo I (JENNEKENS et al, 1971; JOHNSON et al, 1973; GARRETT et al, 1984).

Sabendo que as fibras do tipo IIa e IIx são mais responsivas a hipertrofia tanto em destreinados (AAGAARD 2001; CAMPOS 2002; SCHUENKE, 2012; CHURCHWARD-VENNE, 2015) quanto em treinados (MCCALL 1996), possivelmente os músculos gastrocnêmico e sóleo são menos responsivos a hipertrofia do que o músculo reto femoral, quando submetidos ao treinamento de força.

Em relação à ativação muscular, Wakahara et al (2011) mostraram que um músculo pode ter diferença na ativação muscular em determinadas porções de acordo com o exercício, e que isso determina a magnitude da hipertrofia, assim sendo, podendo-se obter ganhos maiores em uma porção do mesmo músculo em relação a outra.

Outro fator citado anteriormente que também é importante para as respostas morfofuncionais induzidas pelo treinamento de força é o tipo de contração realizada. Há basicamente dois tipos de contração muscular, a isométrica e a dinâmica (excêntrica e concêntrica). A contração isométrica nada mais é do que a realização da força sem gerar movimento, como o próprio nome diz, iso (mesma), métrica (medida), um exemplo desse tipo de contração seria a tentativa de um indivíduo empurrar uma parede. A contração dinâmica é dividida em duas fases, a concêntrica que é quando o músculo se encurta à medida que a tensão aumenta, um exemplo seria o exercício de rosca direta no momento em que é fletido o cotovelo através da força do bíceps braquial. A segunda fase da contração dinâmica é denominada excêntrica, que é quando a resistência externa ultrapassa a força muscular e o músculo se alonga a medida que a tensão aumenta, um exemplo seria novamente no exercício rosca direta em que o cotovelo é estendido (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Dentre esses três tipos de contrações (isométrica, concêntrica e excêntrica), a contração excêntrica se destaca por levar a maiores adaptações neuromusculares (HIGBIE et al, 1996; HORTOBÁGYI et al, 1996), isso se deve possivelmente a maior capacidade de gerar força máxima durante ações excêntricas em comparação a contrações concêntricas e isométricas (DOSS et al, 1965), levando assim a um maior trabalho total, o que pode acarretar em maiores ganhos morfofuncionais.

Em relação ao intervalo de recuperação entre as séries Henselmans & Schoenfeld (2014) relataram que a literatura não suporta a hipótese de que o treinamento para a hipertrofia muscular requer intervalos de descanso mais curtos do que treinamento para o desenvolvimento da força ou que intervalos de descanso pré-determinados são preferíveis.

Por fim, em relação ao nível inicial de condicionamento, o ACSM (2011) recomenda que para iniciantes a intensidade de esforço gire em torno de 60 a 70% de 1RM, e para avançados  $\geq 80\%$  de 1RM. Outro fator a ser destacado é a possível maior capacidade inicial de aumento da massa muscular, o que segundo Damas et al (2015), indivíduos destreinados possuem uma maior síntese proteica estimulada pelo treinamento de força do que indivíduos treinados.

#### **1.4 Adaptações neuromusculares ao treinamento de força: mecanismos**

Segundo DESCHENES e KRAEMER (2002), o sistema nervoso tem influência direta no TF e a melhora da força inicial parece estar mais relacionada com a adaptação neural do que com a estrutural. Ou seja, os ganhos de força muscular iniciais são explicados devido a essa adaptação e não a hipertrofia muscular (MORITANI; DeVRIES, 1979, DESCHENES e KRAEMER, 2002). Contudo segundo Defreitas et al (2011), os ganhos hipertróficos também acontecem no início do treinamento e acompanham os aumentos da força muscular, contradizendo então pesquisas anteriores, mostrando possivelmente uma importante contribuição da hipertrofia para os ganhos de força tanto iniciais como os obtidos no decorrer do treinamento.

Já em relação à hipertrofia, há uma grande interrogação na literatura. Muitos pesquisadores tentam incessantemente encontrar o principal responsável pelos ganhos hipertrofícos (KRAEMER et al, 1990; LINNAMO et al, 2000, HAWKE, 2005; MATSAKAS e PATEL, 2009; CHEN et al, 2009; LAURENTINO et al, 2012; MCGLORY e PHILIPS, 2015) pois isto possibilitaria a compreensão do melhor modelo a ser prescritos para induzir de forma mais eficiente a estas adaptações morfológicas positivas. Com isso a literatura científica nos leva a diferentes variáveis plausíveis como indutores de ganhos hipertróficos, dentre elas estão as respostas hormonais (KRAEMER et al, 1990), dano muscular promovido pelo treinamento (LINNAMO et al, 2000), ativação de células satélites e incorporação de novos mionúcleos (HAWKE, 2005), inibição de miostatina (LAURENTINO et al, 2012), stress metabólico (SCHOENFELD, 2013) e tensão mecânica (HORNBERGER et al, 2006).

A causa desta busca continua possivelmente se dá pela variedade de protocolos que impõe diferentes condições fisiológicas e geram a mesma magnitude hipertrófica (CAMPOS et al, 2002; LAURENTINO et al, 2012; MITCHELL et al, 2012), contradizendo recomendações e levando a mais dúvidas. Nesse contexto de certa forma histórico, podemos observar um progresso contínuo, este progresso constituiu nada mais nada menos do que as

descobertas graduais que muitas dessas perguntas quando testadas não tinham o significado esperado.

As adaptações hormonais, por exemplo, são propostas como indutora de ganhos morfológicos desde muito tempo (KRAEMER et al, 1990), pois a utilização exógena resulta em um surpreendente ganho hipertrófico em células musculares até mesmo quando não realizado nenhum método de treinamento (BHASIN et al, 1996), contudo, quando se trata de liberação de hormônios endógenos induzidos pelo exercício um estudo mais recente relatou que esta resposta não parece ser tão importante para o aumento da massa muscular (WEST et al, 2010).

Isto se repete quando discorremos sobre outras variáveis como o dano muscular (CHEN et al, 2009), ativação de células satélites (MCCARTHY et al, 2011) e hiperemia reativa (GUNDERMANN et al, 2012).

Até então o que permanece de certa forma inconclusiva é o papel do estresse metabólico provocado pelo treinamento resistido nos ganhos de força e massa muscular, pois segundo Schoenfeld (2013), este pode levar ao aumento no recrutamento de fibras, a elevação da liberação hormonal, inchaço celular, entre outros, estes seriam teoricamente as variáveis precursoras de ganhos morfológicos. No entanto, um estudo realizado por Campos et al (2002) que teve como objetivo avaliar a diferença nos parâmetro hipertróficos em três protocolos de treinamento, sendo um grupo de baixo número de repetições máximas (RM), que realizaram de 3-5 RM por quatro séries de cada exercício com 3 min de descanso, um grupo de repetição intermediária que executaram 9-11 RM por três séries com 2 min de intervalo e um grupo de altas repetições que cumpriram de 20-28 RM para duas séries com 1 min de descanso, mostrou que os protocolos de baixo e intermediário numero de RM tiveram os mesmos ganhos hipertróficos, porém a cadeia pesada de miosina aumentou nos três protocolos de forma similar.

É de se notar que o método que menos gerou stress metabólico é possivelmente o de baixas repetições, isto se deve ao grande intervalo de recuperação e ao pequeno número de movimentos máximos executados, e mesmo assim, não teve suas adaptações prejudicadas quando comparado com o método de repetições intermediárias, sendo assim, qual o real papel do stress metabólico? Talvez este não seja a principal variável que module positivamente os parâmetros de crescimento muscular, pensando assim, qual seria o possível mecanismo para que ocorra hipertrofia em exercícios com o método de restrição do fluxo sanguíneo, sabendo que este provoca um grande stress metabólico?



Pensando nisto, O'Neil et al (2009) testaram em ratos a hipótese de que a PI3K-PKB exercia pouca influência na sinalização da mTOR, assim avaliaram o padrão temporal de sinalização através de PI3K-PKB e mTOR após uma sessão de contrações excêntricas passivas. Os resultados indicaram que a ativação da sinalização através da PI3K-PKB é um evento transiente (<15 min), enquanto a ativação da mTOR é mantida durante um período longo (> 12 h). Além disso, a inibição da atividade da PI3K-PKB não impediu a sinalização da mTOR, eles concluíram então que esta não faz parte da via reguladora de síntese proteica. Sendo assim pode-se supor que a inibição da miostatina não seja de grande importância quando nos referimos a condições normais, e que talvez, apesar de sua diminuição induzida pelo exercício, ainda exerça importante função inibitória.

Desta forma, estas evidências nos levam de volta ao estresse metabólico, contudo, como citado anteriormente, talvez este não seja a principal variável promotora destes ganhos morfofuncionais, mas sim um componente importante para promover um maior stress mecânico quando a sobrecarga é muito pequena, pois segundo Muritani et al (1992) o treinamento com oclusão vascular leva a um maior recrutamento de fibras do tipo 2 quando comparado a mesma condição porém sem oclusão, o que anteciparia o stress mecânico já que estas são menos resistentes a fadiga. E assim, para que isto se repita no treinamento sem oclusão, é necessário levar a falha concêntrica. Portanto, talvez o stress mecânico possa ser encarado como a variável em comum em todas estes métodos já citados.

O que este elemento em comum teria de tão importante? Esclarecendo esta questão, Hornberger et al (2006) relataram que a estimulação mecânica no músculo esquelético passivamente num método ex vivo em ratos elevou de forma intermitente a fosfolipase D (PLD), esta que está localizada na banda-z do músculo esquelético, um ponto crítico de transmissão de força mecânica, mostraram também que a elevação desta enzima resultou em um consequente acúmulo de ácido fosfatídico (PA) e este foi suficiente para a ativação da sinalização da mTOR. Por fim, demonstraram que a inibição farmacológica de PLD bloqueou o aumento induzido mecanicamente na PA e da ativação de sinalização da mTOR. Ou seja, destacando o importante papel do stress mecânico na ativação das vias para síntese proteica, ilustrando, além disto, que possivelmente esta é a principal via responsável pela ativação da mTOR.

### **1.5 Treinamento de força e Treinamento de flexibilidade**

A utilização do treinamento de flexibilidade na mesma sessão do TF é cheia de controversas, algumas vezes mostrando que o TF pode ter influências negativas na

flexibilidade (GIROUARD e HURLEY, 1995), outras sugerindo que a flexibilidade pode influenciar negativamente o TF (RUBINI et al., 2007). No entanto, diversos estudos demonstraram que somente o TF pode levar tanto a ganhos de força e hipertrofia quanto a aumentos de flexibilidade (CYRINO et al, 2004; GONÇALVES et al, 2007; MONTEIRO et al 2008; SIMÃO et al, 2011), sendo assim, sua combinação só poderia resultar em benefícios adicionais nos escores de flexibilidade.

Desta forma, Simão et al (2011) com o objetivo de analisar, em mulheres sedentárias, ganhos de força e flexibilidade alcançados através TF e flexibilidade isolada ou simultâneos, verificou que somente o treinamento de força aumenta a flexibilidade em mulheres previamente sedentários, e o TF e o alongamento podem ser prescrito em conjunto para obter melhores resultados nos ganhos de flexibilidade.

No entanto, os ganhos de flexibilidade derivados do TF não são completamente elucidados na literatura, embora se trate de um resultado comum (CYRINO et al, 2004; GONÇALVES et al, 2007; MONTEIRO et al. 2008; SIMÃO et al, 2011), algumas hipóteses têm sido sugeridas. Tais aumentos podem ser devido a respostas neuromuscular e a variações nas propriedades mecânicas dos tecidos musculares e conjuntivos, com um aumento substancial da atividade reflexa do órgão tendinoso de Golgi e dos fusos musculares (NELSON e HUTTON, 1985; FOWLES et al, 2000). Também tem sido sugerido que exercícios de força podem aumentar a tensão nos tendões e ligamentos, e melhora a contractilidade do músculo, o que pode levar a uma amplitude de movimento mais abrangente.

Quanto a influencia do treinamento de flexibilidade no TF, tem sido sugerido que o alongamento agudo leva a uma diminuição na viscosidade das estruturas tendinosas, permitindo que as fibras musculares deslizem com menor resistência ao movimento. Em contra partida, o alongamento pode gerar um aumento da complacência do músculo que pode limitar as ligações actina miosina, diminuindo assim a capacidade do músculo para produzir força (RUBINI et al., 2007)

Os sarcômeros são componentes importantes da estrutura muscular para que haja contração. Naturalmente nos indivíduos normais eles estão situados em posições ótimas nas fibras musculares para gerar força. As zonas de sobreposição dos filamentos de actina e miosina diminuem quando essas estruturas são alongadas, ocasionando dessa forma uma menor capacidade de contração, e conseqüentemente, perda de força. (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

Assim sendo, GOMES et al (2005) mostraram que com a utilização do método por FNP e alongamento estático antecedente ao treinamento de força, ocasionou decréscimo significativo da força no teste de 1RM em supino horizontal nas duas manobras. Esses resultados podem estar relacionados ao tempo total do método utilizado, sendo a FNP três séries de seis segundos mais trinta segundos de manutenção e o alongamento estático composto de três séries de trinta segundos.

Endlich et al (2009) avaliaram o efeito de diferentes tempos de alongamento e sua relação aguda nos níveis de força muscular nos membros inferiores (*leg press* 45°) e superiores (supino reto). A amostra foi composta de catorze homens jovens com experiência em TF, mostrando que dezesseis minutos de alongamento foram mais efetivos para o decréscimo da força nos dois testes quando comparado há oito minutos, com decréscimo de 14,3% do desempenho em dez repetições máximas (10RM). É importante relatar que a intensidade aplicada no alongamento foi leve, o que explica o longo tempo de execução da manobra.

Em relação ao tempo de alongamento estático, quando esse é menor que 45 segundos em intensidades leves e moderadas, podem ser usados em rotinas pré-exercícios não causando perdas significativas de força. No percorrer do tempo de alongamento ( $\geq 60$  segundos), há uma chance significativamente maior de haver perda de força. Porém ainda há poucos estudos conclusivos quando se usa um tempo menor que trinta segundos de alongamento antes da geração de força (KAY e BLAZEVOICH, 2012). Além do fator tempo, também há o fator intensidade, segundo Di Mauro et al (2015), 10 segundos da realização do método flexionamento (alongamento em alta intensidade) antes do teste de 1RM no exercício supino horizontal foi suficiente para reduzir em 3,15% a carga máxima, mostrando que a intensidade também é um fator importante.

Entretanto, a grande maioria das evidências sobre a influencia do alongamento nos resultados do treinamento de força são agudas. Na literatura, tanto quanto sabemos, há apenas dois estudos que investigaram a influência do treino de flexibilidade realizados antes do treinamento de força nos ganhos crônicos. Esses não encontraram diferenças entre os métodos com e sem alongamento ou com alongamento antes e depois do TF nos aumentos da força, contudo ambos os estudos não avaliaram a hipertrofia e trabalharam com zona alvo de repetições (SIMÃO et al, 2011; LEITE et al, 2015). Sabendo que o alongamento antecedente ao TF pode reduzir o número de repetições e consequentemente o volume de treinamento (NELSON et al, 2005; PRATI et al, 2006; FRANCO et al, 2008; GOMES et al, 2011;



BARROSO et al, 2012) e que isso poderia prejudicar os ganhos crônicos de força e hipertrofia (KRIEGER, 2010), igualando o volume de treinamento como Simão et al (2011) e Leite et al (2015) impossibilita responder a pergunta se o treinamento de flexibilidade poderia prejudicar cronicamente os ganhos de força e hipertrofia.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Verificar se o treinamento de flexibilidade realizado pré treinamento de força pode influenciar os ganhos de força e hipertrofia muscular em comparação ao treinamento de força sem a realização do alongamento.

### **2.2 Objetivos específicos**

a) Comparar o efeito do treinamento de flexibilidade realizado pré treinamento de força, com o treinamento de força sem a realização do treinamento de flexibilidade no número de repetições e volume total de treinamento.

b) Comparar o efeito do treinamento de flexibilidade realizado pré treinamento de força, com o treinamento de força, na flexibilidade.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Amostra**

A amostra foi constituída por 11 participantes do sexo masculino, destros, com idade entre 18 a 30 anos. Antes do início do projeto, todos os participantes foram informados dos possíveis riscos (e.g., distensão, fadiga, dor muscular) e benefícios (e.g., aumento da força muscular, da hipertrofia muscular e da flexibilidade). Ao concordarem com os procedimentos do projeto, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM-UNICAMP) nº 1.056.815.

Como critérios de inclusão, os participantes deveriam ter IMC entre 20 A 29,9, e não terem participado regularmente de nenhum programa de treinamento de força e de flexibilidade ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do projeto. Como critérios de exclusão foram adotados a manifestação de doença isquêmica do miocárdio, diabetes, arritmias, hipertensão arterial, obesidade ( $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ ), problemas osteomusculares e articulares. Adicionalmente, os dados dos participantes com frequência menor de 90% nas sessões de treinamento ausência por mais de duas sessões consecutivas ou que apresentaram qualquer intercorrência durante o andamento das avaliações não foram utilizados para análise.

### 3.2 Estudo Piloto

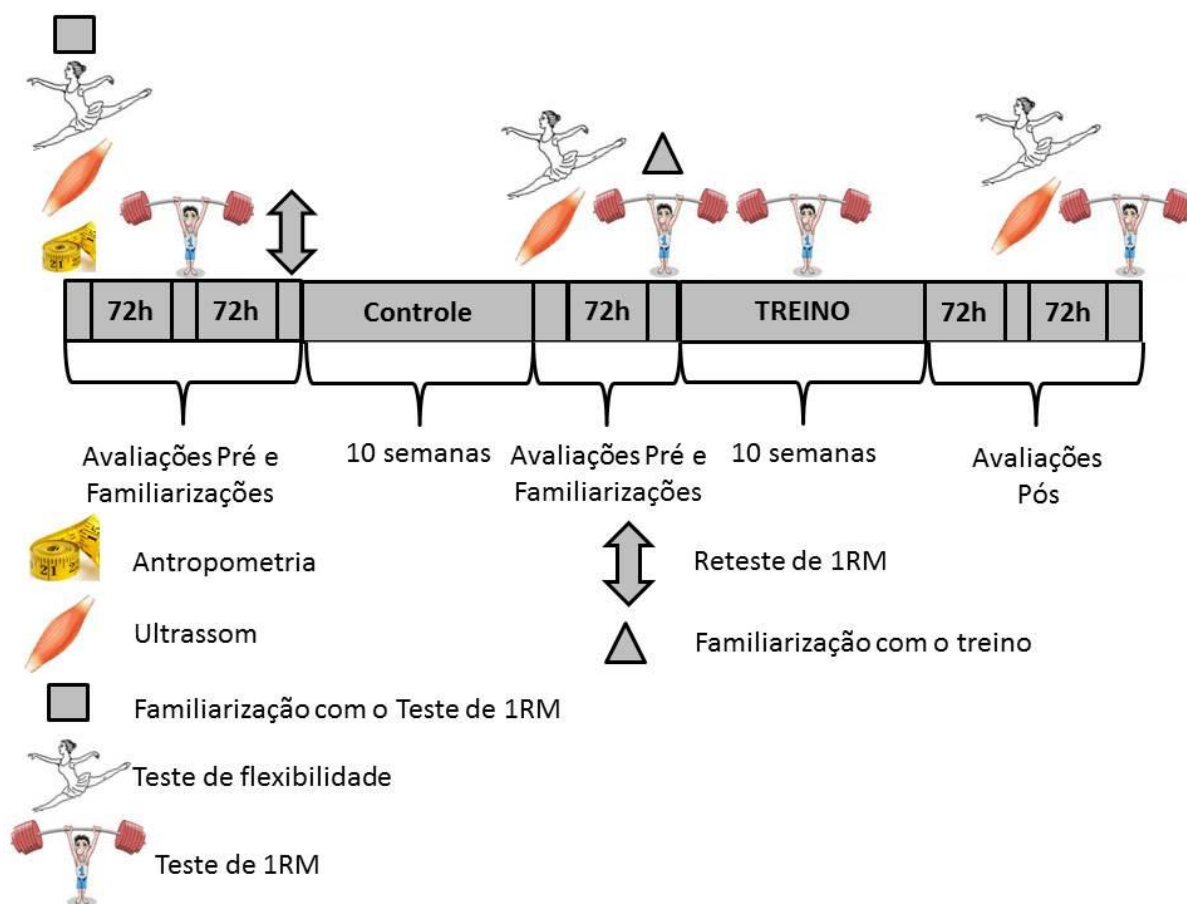
O objetivo do estudo piloto foi verificar a eficácia do protocolo em reduzir o volume de treinamento, para assim, garantir a estrutura lógica do estudo principal. A amostra foi constituída de 16 participantes do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, sendo 8 participantes considerados treinados (experiência mínima de 12 meses com exercícios resistidos) e 8 destreinados (não realização de qualquer prática regular de exercícios resistidos ou quaisquer outros que sejam considerados como de alta intensidade nos últimos 6 meses).

Os voluntários foram submetidos à familiarização e execução de dois testes de 1-RM. Após a realização dos testes, os indivíduos do grupo treinado foram divididos de forma randômica e *crossover* entre participantes do subgrupo de exercício com e sem alongamento, sendo quatro indivíduos em cada subgrupo. A mesma divisão ocorreu com o grupo dos destreinados. A divisão foi ao acaso e ocorreu de acordo com o princípio experimental da casualização para que a estimativa do erro experimental seja válida. Após realização dos exercícios em seus devidos grupos e subgrupos, ou seja, com e sem alongamento, a posição no subgrupo foi invertida, ou seja, indivíduos que realizaram os exercícios com alongamento executaram posteriormente os exercícios sem alongamento e vice versa, tanto para o grupo dos treinados quanto para os destreinados, portanto todos os voluntários foram submetidos aos exercícios com e sem alongamento para fins de comparação dos resultados finais.

### 3.3 Desenho experimental

Previamente ao início do projeto, os participantes realizaram as avaliações Pré-treinamento. Os participantes foram submetidos no primeiro dia de avaliação aos seguintes testes nesta ordem: antropometria, área muscular, flexibilidade e familiarização com o teste de uma repetição máxima (1-RM). No segundo e no terceiro dia de avaliação, os participantes realizaram dois testes de 1-RM separados por 72h. Em seguida, todos os participantes passaram por um período de 10 semanas sem a realização de exercícios físicos regulares sendo considerado como grupo controle (GC). No fim deste período foram realizadas as avaliações de área muscular, flexibilidade, 1-RM e familiarização com o protocolo de treinamento, (realização do protocolo de treino após o teste de 1RM). Posteriormente, os participantes tiveram seus membros inferiores (MMII) randomizados e aleatorizados em dois grupos distintos, treinamento de força (TF) e treinamento de flexibilidade pré treinamento de força (FLEX-TF) de acordo com a força e área de secção transversa do musculo vasto lateral. Após a aleatorização dos MMII dos participantes nos grupos TF ou FLEX-TF, foi realizado 10 semanas de treinamento na cadeira extensora (quadríceps femural), com uma frequência de

duas vezes por semana. Na quinta semana foi realizado novamente o teste de 1RM para recálculo da carga de trabalho. Após 72h da última sessão de treinamento, ambos os grupos realizaram as seguintes avaliações nesta ordem: antropometria, área muscular, flexibilidade e 1-RM.



**FIGURA 5.** Representação do desenho experimental. 1-RM – 1 repetição máxima

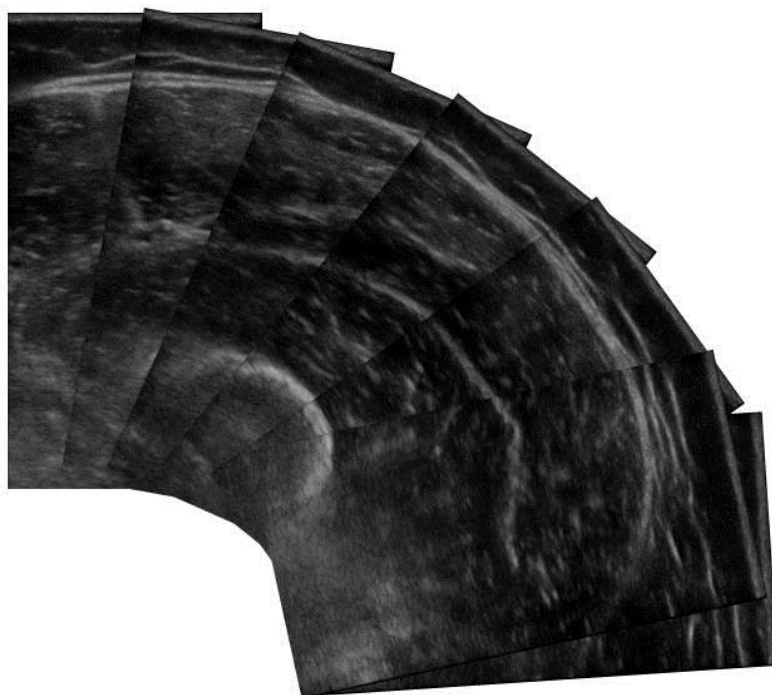
### 3.4 Avaliação antropométrica

A massa corporal total foi medida por meio de balança mecânica da marca Filizola® e a estatura por meio de estadiômetro de madeira, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1989). O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado dividindo-se a massa corporal total em quilogramas (kg) pela estatura em metros (m) ao quadrado.

### 3.5 Área de secção transversa do músculo vasto lateral

Um ultrassom (*Sonosite Nanomaxx<sup>R</sup>*) modo-B, com proba vetorial linear e frequência de 7,5 MHz, foi utilizado para captar imagens no plano axial do músculo vasto lateral da coxa esquerda e direita, após os sujeitos deitarem em posição supina por 30 minutos para ocorrer à drenagem de fluidos. Durante todas as medidas os sujeitos foram instruídos a relaxar sua musculatura o máximo possível. Porém, para garantir o mesmo posicionamento do indivíduo no pré- e no pós-teste, os voluntários tiveram o posicionamento dos seus corpos delimitados

na maca de avaliação. A inserção proximal do músculo vasto lateral foi marcada na pele com tinta semipermanente e, a partir desse ponto, a foi marcado axialmente a cada 30 mm (figura 6). Orientado no plano axial, o transdutor foi alinhado perpendicularmente ao músculo vasto lateral e movido de uma posição central para uma posição lateral ao longo dos pontos previamente marcados (figura 6). As imagens foram gravadas em pendrive para análise futura. As imagens obtidas pelo ultrassom foram rodadas e sobrepostas a fim de reconstruir a área de secção transversa do músculo vasto lateral (figura 6) e a área avaliada pelo software de digitalização de imagens de uso livre (Madena 3.2.5, EyePhysics, Los Paladinos, USA) (REEVES et al., 2004; LIXANDRÃO et al, 2016).



**Figura 6:** Avaliação da área de secção transversa do musculo vasto lateral

### **3.6 Avaliação da força máxima dinâmica**

A avaliação da força máxima dinâmica foi realizada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) no exercício cadeira extensora. O teste de 1-RM seguiu as orientações da *American Society of Exercise Physiologists* (ASEP) (Brown; Weir, 2001). Antes do início do teste, os participantes realizaram um aquecimento geral de cinco minutos em bicicleta ergométrica a 60 rpm e 25W. Após o aquecimento geral, os participantes realizaram dois aquecimentos específicos na cadeira extensora. O primeiro aquecimento constituiu de uma série de oito repetições a 50% do 1-RM estimado. Após um intervalo de um minuto, os participantes realizaram o segundo aquecimento específico que constituiu de uma série de três repetições a 70% de 1RM estimado (PIERCE et al., 2008).

Após os aquecimentos específicos, um intervalo de três minutos foi realizado antes dos participantes serem submetidos ao teste de 1-RM. O teste de 1-RM foi realizado com o intuito de obter a máxima quantidade de peso (kg) que o participante poderia levantar em um ciclo completo (flexão-extensão da articulação dos joelhos, amplitude total de no mínimo 80° medido através de goniômetro previamente). A carga inicial para o teste máximo foi estimada durante as sessões de familiarização, e a partir disso, o peso levantado foi aumentado até que o participante não conseguiu completar uma repetição com aquela carga. O número total de tentativas para achar o valor de 1-RM não foi maior que cinco. Entre as tentativas foi adotado um intervalo de três minutos.

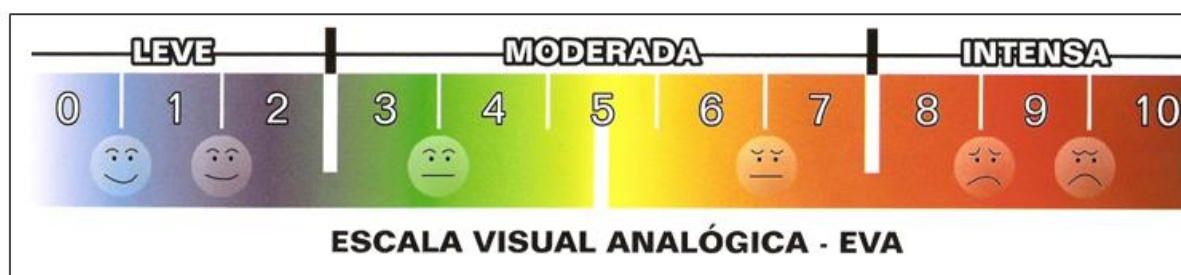
### **3.7 Protocolos de treinamento**

Para reduzir a variabilidade interindividual, cada membro inferior de cada participante foi randomizado e balanceado de acordo com a força e massa muscular e alocado a um grupo experimental. Deste modo, um membro inferior do participante foi alocado em uma condição e consequentemente, o membro inferior contralateral foi alocado em outra condição. Deste modo, todos os participantes realizaram o treinamento de força (TF), bem como, o treinamento de flexibilidade pré treinamento de força (FLEX-TF). A duração do protocolo foi de 10 semanas, realizado duas vezes por semana, com intervalo mínimo de 48h entre as sessões.

O grupo TF e o grupo FLEX-TF realizaram 5 min de aquecimento geral em ciclo ergômetro a uma velocidade de 60 rpm e 25 W, seguido de um aquecimento específico na cadeira extensora (uma série de 10 repetições a 50% de 1-RM). A sessão do TF e do FLEX-TF consistiram de quatro séries até a falha concêntrica, com intensidade de 80% de 1-RM. Foi

considerada falha concêntrica quando os participantes não conseguiram alcançar a amplitude máxima de extensão do joelho (ângulo inicial 90°, final 170°) determinada previamente por goniômetro. Intervalo de um minuto entre as séries foram realizados no TF e no FLEX-TF. O número de repetições de cada sessão foi anotado para posterior cálculo do volume total de treinamento (repetições x carga).

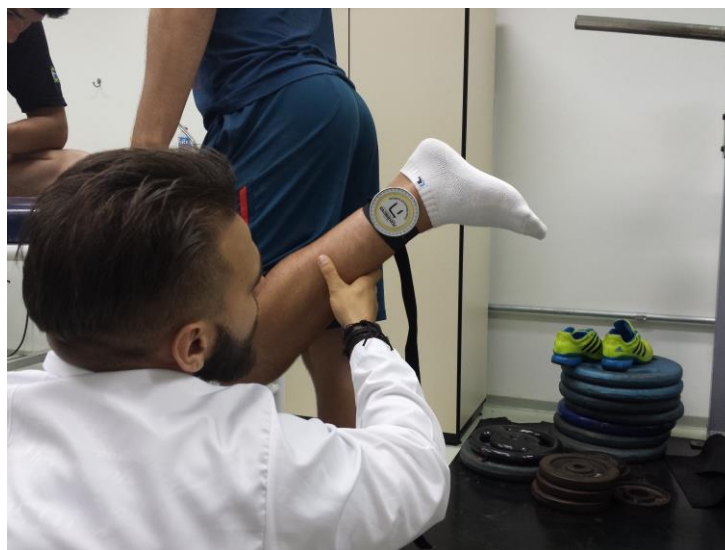
Especificadamente, o grupo FLEX-TF realizou o treinamento de flexibilidade antes da realização do exercício de força. O treinamento de flexibilidade foi realizado da seguinte forma: os participantes foram posicionados em decúbito ventral e em sua frente foi alocado uma escala visual analógica de dor (EVA) de 0 a 10, onde 0 indicava nenhuma percepção de dor e 10 indicava a máxima percepção de dor. Em sequência, um instrutor treinado realizou a flexão do joelho e a extensão do quadril do participante de forma passiva. Quando o participante indicava os valores entre 8 a 10 na EVA, esta amplitude era mantida por 25 segundos. Este procedimento foi realizado duas vezes com intervalo de um minuto.



**Figura 7:** Escala Visual Analógica (Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor).

### 3.8 Avaliação da flexibilidade

A avaliação da flexibilidade foi realizada da seguinte forma: o teste foi realizado com flexímetro (*Sanny<sup>a</sup>*), seguindo recomendações de Monteiro (2005). O flexímetro foi posicionado no tornozelo, com o mostrador voltado para o avaliador e fixado no zero na amplitude anatômica.



**Figura 8:** Avaliação da flexibilidade ativa em pé

Assim sendo, os participantes foram posicionados em pé, eretos e com ambas as coxas encostadas na maca. Todos foram orientados a apoiar o peso do corpo na no membro inferior contralateral do que foi avaliada, com ambos os joelhos estendidos na amplitude anatômica, em seguida foi estabilizada a pelve para que não se movimente, projetando uma hiperlordose da coluna lombar. Logo após os participantes foram orientados a realizar uma flexão de joelho de forma lenta até sua amplitude máxima, o valor obtido no flexímetro foi anotado (figura 8). Adicionalmente, repetido-se três vezes e o maior valor atingido utilizado para análise.

#### **4 Análise Estatística**

Inicialmente foi averiguada a ocorrência de *outliers* em cada variável dependente. Em seguida, foi averiguada a normalidade e a homogeneidade da variância dos dados pelos testes Shapiro-Wilks e Levene, respectivamente. Após distribuição aleatoria nos grupos TF e FLEX-TF, testes t pareado foi realizado para verificar a diferença pré-treinamento entre grupos para todas as variáveis dependentes. Para a comparação do número total de repetições e do volume total de treinamento entre os grupos (TF e FLEX-TF) foi utilizado o teste-t independente. Posteriormente, ANOVA two-way foi utilizado em cada variável dependente para averiguar diferenças entre os momentos Pré e Pós-treinamento e entre os três grupos. Quando obtido um *F* significativa, um *post hoc* de Tukey foi utilizado. O valor de significância adotado foi de  $P < 0,05$ . Também foi calculada a porcentagem de mudança (Pós – Pré-treinamento, dividido pelo Pré-treinamento, multiplicado por 100) das variáveis dependentes. Além disso, as mudanças percentuais entre RT e FLEX-RT foram comparadas pelo teste-t pareado para todas as variáveis dependentes. Também foram realizados o erro típica e o coeficiente de variação (Hopkins, 2000) do período controle para cada variável dependente (AST muscular do vasto

lateral, 1RM e flexibilidade) para cada grupo. Por fim, foi calculado o *effect size* (diferença entre os valores médios do pós e pré-treinamento, dividido pelo desvio-padrão do pré-treinamento) (COHEN, 1988) de cada variável de pendente. Foi utilizada a escala de Rhea (RHEA, 2004) para a classificação da magnitude do *effect size*. Os resultados são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão (DP)



## 5 RESULTADOS

### 5.1 Antropometria e idade.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão dos valores antropometria e de idade.

N	Idade (anos)	Massa corporea (kg)	Estatutura (metros)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
11	25,4±5,3	76,3±6,3	1,76±0,05	24,61±2,4

### 5.2 Erro típico e coeficiente de variação

O erro típico e o coeficiente de variação entre o período pré e pós-controle foram de 1,1 cm<sup>2</sup> e 4,3% para a AST do vasto lateral, 2,0 kg e 6,5% para 1 RM e 9.9° e 7,7% para RT, respectivamente. Para a RT-FLEX, erro típica e coeficiente de variação foi de 0,5 cm<sup>2</sup> e 2,7% para a AST do vasto lateral, 2,1 kg e 7,7% para 1RM e 5.8° e 4,6% paraa flexibilidade, respectivamente.

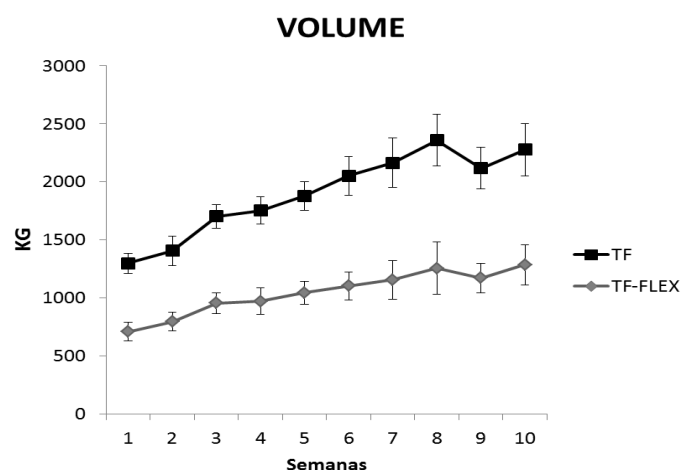
### 5.3 Número de repetições e volume total de treinamento

O número de repetições totais, bem com, o volume total de treinamento durante as semanas 1 a 5, foram significativamente maiores para o grupo TF em comparação ao grupo FLEX-TF ( $P = 0,001$ ) (tabela 2). O mesmo ocorreu para as semanas 6 a 10, o número de repetições totais e o volume total de treinamento, foram significativamente maiores para o grupo TF em comparação ao grupo FLEX-TF ( $P = 0,001$ ) (tabela 2).

**Tabela 2.** Número total de repetições e volume total de treinamento durante as semanas 1-5 e 6-10.

	Semanas 1 a 5		Semanas 6 a 10	
	RT	FLEX-RT	RT	FLEX-RT
Media numero de repetições	36,9 ± 8,1*	30,3 ± 6,1	46,4 ± 10,5*	39,3 ± 8,2
Media do volume total (Kg)	894,8 ± 168*	707,4 ± 129	1,1753 ± 206*	995,5 ± 170

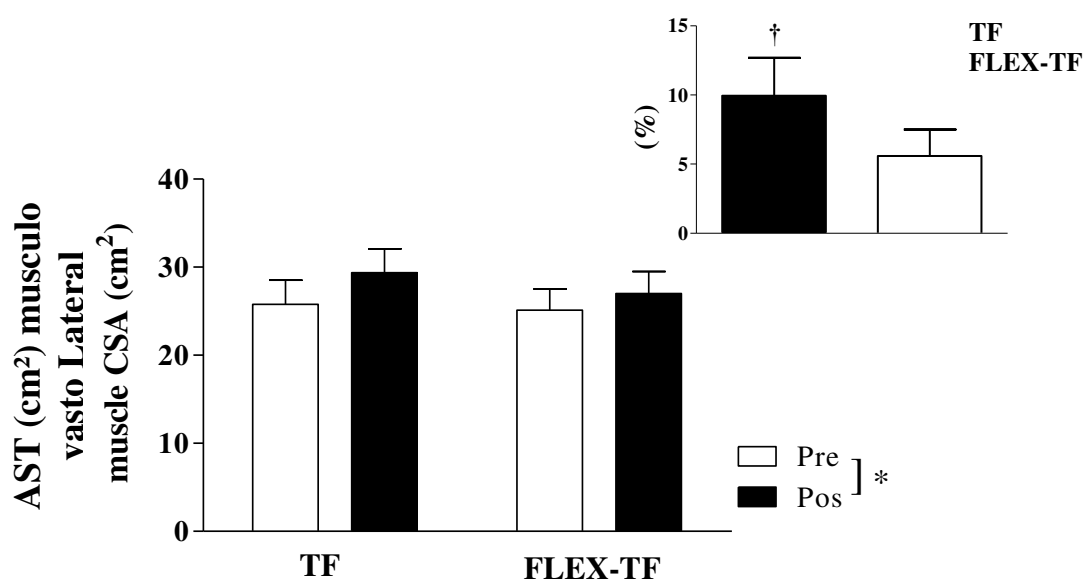
\* Indica diferença significante entre o TF e o FLEX-TF ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 10.** Volume total de treinamento das semanas 1 a 10: treinamento de força (TF), flexibilidade + treinamento de força (FLEX-TF).

#### 5.4 Área de secção transversa (AST) do vasto lateral

Após 10 semanas de treinamento, nenhuma interação foi observada para a AST do musculo vasto lateral ( $P = 0,075$ ), no entanto, observou-se um efeito principal de tempo ( $P = 0,001$ ) em que o pós-treinamento, foi maior do que a pré-treinamento (figura 11). Os valores variaram de  $25,8 \pm 2,7 \text{ cm}^2$  para  $29,4 \pm 2,7 \text{ cm}^2$  para a TF e de  $25,1 \pm 2,7 \text{ cm}^2$  para  $27,1 \pm 2,5 \text{ cm}^2$  para o FLEX-TF do pré para o pós-treinamento, respectivamente. Observou-se significativa diferença no percentual entre TF e FLEX-TF ( $P = 0,038$ ; TF=  $12,7 \pm 7,2$  e FLEX-TF =  $7,2 \pm 3,7$ ).

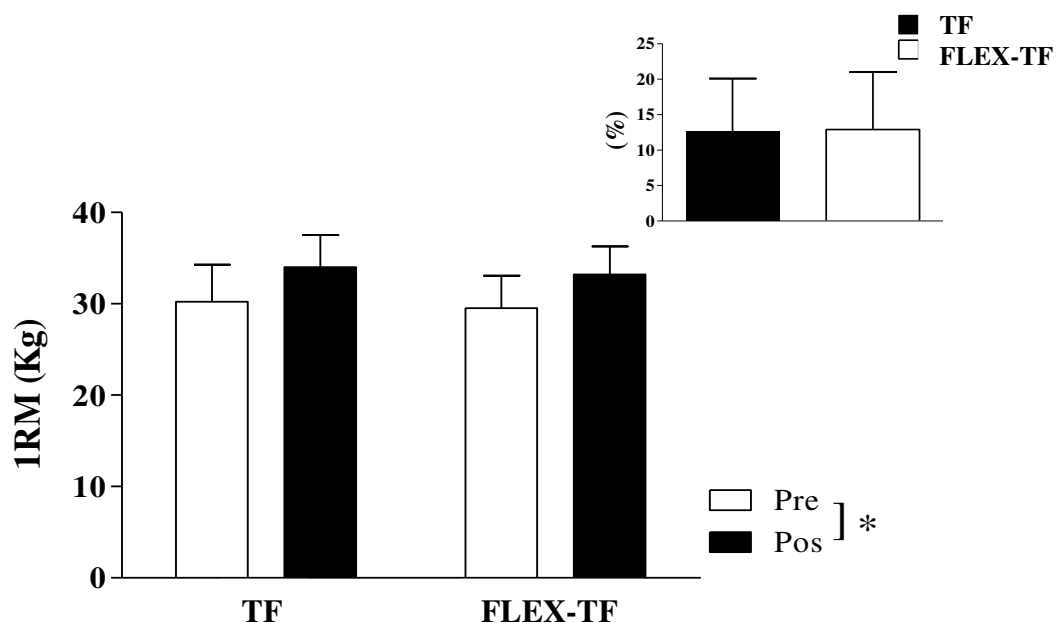


**Figura 11.** Area de secção transversa (AST) do musculo vasto lateral para o treinamento de força (TF) e treinamento de flexibilidade pré-treino

de força (FLEX-TF) no pré e pós-treinamento. \* Efeito principal de tempo, pós-treinamento superior a pré-treinamento. † Indica diferença significativa entre TF e FLEX-TF.

### 5.5 1-RM

Não se observou interação para 1RM ( $P = 0,956$ ), no entanto, observou-se um efeito principal de tempo ( $P = 0,001$ ) em que o pós-treinamento, foi maior do que a pré-treinamento (figura 11). Os valores alteraram de  $30,2 \pm 4,1$  kg para  $34,1 \pm 3,7$  kg para a TF e de  $29,5 \pm 3,6$  kg para  $33,2 \pm 3,1$  kg para o FLEX-TF do pré para o pós-treinamento, respectivamente. Não foi observada significativa diferença percentual entre TF e FLEX-TF ( $p = 0,371$ ;  $RT = 12,7 \pm 7,4$  e  $FLEX-RT = 12,9 \pm 8,1$ ).

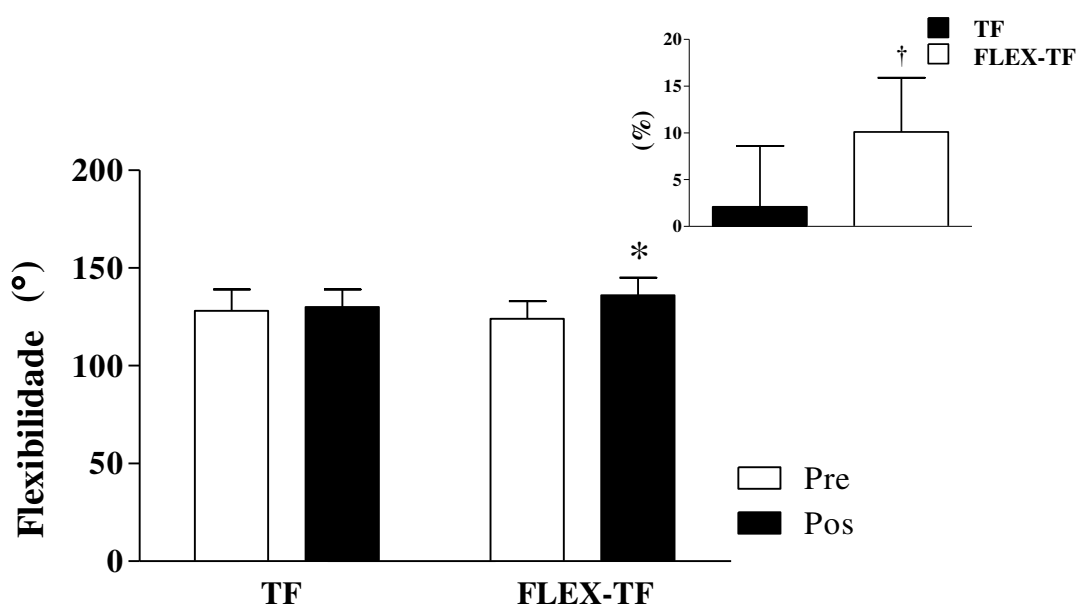


**Figura 12.** Uma repetição máxima (1RM) para o treinamento de força (TF) e treinamento de flexibilidade pré-treino de força (FLEX-TF) no pré e pós-treinamento. \* Efeito principal de tempo, pós-treinamento superior a pré-treinamento.

## 5.6 Flexibilidade

Foi observado aumento significativo da flexibilidade ativa em pé entre os momentos Pré e Pós-treinamento somente no grupo FLEX-TF ( $p = 0.008$ ). Também não foram observadas diferenças significantes entre os grupos. Para o percentual de mudança, foi observado somente aumento significativo para o grupo FLEX-TF ( $p = 0.03$ ) em comparação ao GC.

Para flexibilidade não foi observada diferença significativa para o TF ( $p = 0,818$ ;  $128,3 \pm 11,8^\circ$ - $130,6 \pm 9,5^\circ$ , pré e pós-treinamento, respectivamente), no entanto, observou-se aumento significativo para o FLEX-TF ( $p = 0,009$ ;  $124,3 \pm 9,7^\circ$ - $136,7 \pm 9,8^\circ$ , pré e pós-treinamento, respectivamente). Não foi observada diferença significativa entre os grupos ( $p = 0,599$ ). Observou-se significativa diferença percentual entre TF e FLEX-TF ( $p = 0,001$ ; TF =  $2,1 \pm 6,5$  e FLEX-TF =  $10,1 \pm 5,8$ )



**Figura 13.** Flexibilidade para o treinamento de força (TF) e treinamento de flexibilidade pré-treino de força (FLEX-TF) no pré e pós-treinamento. \* Indica diferença significativa entre pré e pós-treinamento. † Indica diferença significativa entre TF e FLEX-TF.

## 5.7 Effect size

Na tabela 3 pode ser observado o *effect size* e a classificação de todas as variáveis dependentes dos grupos TF, FLEX-TF e grupo controle.

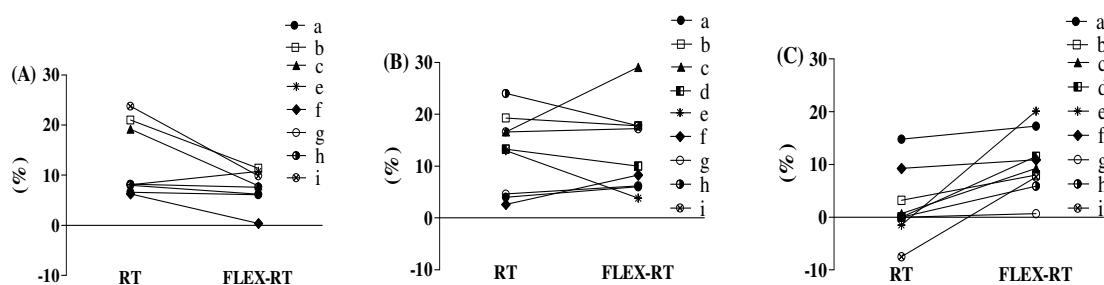
**Tabela 3:** *Effect size* das variáveis dependentes dos grupos treinamento de força (TF), flexibilidade e treinamento de força (FLEX-TF).

	Área do vasto lateral	1-RM	Flexibilidade ativa em pé
TF	1.17 (pequeno)	0.90 (pequeno)	0.19 (trivial)
FLEX-TF	0.76 (pequeno)	0.96 (pequeno)	1.27 (moderado)

Entre parênteses a classificação da magnitude do *effect size*.

## 5.7 Resposta individual no momento pós intervenção

A Figura 14 mostra a resposta de cada indivíduo da AST do músculo vasto (A), 1RM (B) e flexibilidade (C). Para o vasto lateral, foi observado que sete dos oito participantes avaliados (um participante não foi avaliado) tiveram maior aumento para o TF que o FLEX-TF, enquanto que para o 1RM, quatro participantes tiveram maior aumento quando realizada TF e cinco participantes quando realizada FLEX-TF. Todos os participantes do FLEX-TF tiveram um aumento maior de flexibilidade do que TF.



**Figura 14.** A resposta individual. (A) área de secção transversal do músculo vasto lateral, (B) uma repetição máxima e (C) flexibilidade.

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito do treinamento de flexibilidade realizado imediatamente antes do treinamento de força contra o treinamento de força sem alongamento. Nossas principais conclusões são: (i) TF promove maiores aumentos na AST do músculo vasto lateral do que FLEX-TF, (ii) TF e FLEX-TF foram igualmente eficazes para aumentar o 1RM e, (iii) FLEX-TF promoveu aumentos maiores na flexibilidade do que TF.

No que diz respeito às melhorias na hipertrofia muscular, os nossos dados mostraram grande aumento para o TF (12,7%) em comparação FLEX-TF (7,2%) (Figura 11). Também é interessante notar que sete dos oito participantes apresentaram maior hipertrofia muscular quando realizada TF do que o FLEX-TF (resposta individual, figura 14A). Esta descoberta pode ser explicada pelo número de repetição e o volume total. Após o treinamento de flexibilidade, FLEX-TF realizou exercícios de força à falha concêntrica. Observou-se uma diminuição de 17,8% e 15,3% no número de repetição (semanas 1-5 e 6-10, respectivamente) e de 20,9% e de 18,7% no volume total (semanas 1-5 e 6-10, respectivamente) em comparação TF. Outros estudos também observaram reduções no número de repetições e volume total quando o treinamento de flexibilidade foi realizado antes do exercício de força (NELSON et al, 2005; FRANCO et al, 2008; GOMES et al, 2011; BARROSO et al, 2012).

Assim como em nosso estudo, BARROSO et al. (2012) observaram a diminuição do número de repetições (21%) e do volume total (22%) após o treinamento de flexibilidade (3 séries de 30s). Este resultado confirma que o treinamento de flexibilidade diminui o número de repetições e volume total. Mais além, realizamos um estudo piloto em 16 participantes do sexo masculino que foram divididos em dois grupos, treinados e destreinados. Os voluntários realizaram o mesmo protocolo do estudo principal, contudo de forma crossover para diminuir erros metodológicos. Foi observado diminuição semelhante entre os grupos treinados e destreinados (33,03% e 23,57% respectivamente) tanto para o volume total de treinamento quanto para o número de repetições.

Diferentemente dos nossos resultados, Gomes et al (2011) mostraram que o alongamento estático não prejudica o número de repetições máximas nos testes a 40, 60 e 80% de 1RM no exercício cadeira extensora e supino reto, mostrando também que apenas o método de facilitação neuromuscular proprioceptiva leva a redução do desempenhos nesses testes, estes resultados também foram observados no estudo de Franco et al (2008). Contudo, em ambas as pesquisas o método de alongamento estático ao contrario do nosso, não foi realizado a amplitude máxima da articulação alvo e percepção máxima de dor.

Esses resultados de redução de desempenho encontrados tanto em nosso estudo quanto nos citados anteriormente podem ocorrer devido a alterações nas propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendinosa que pode levar a uma redução na tensão e rigidez passivas (KUBO et al, 2001) e / ou uma redução na ativação muscular (FOWLES et al, 2000), visto que alongamentos vigorosos estimulam os órgãos tendinosos de Golgi, iniciando o reflexo de estiramento, relaxando a musculatura agonista e contraindo a antagonista, o que aumenta agudamente a flexibilidade, contudo torna mais difícil a transferência de força do músculo ao tendão. (TORTORA e GRABOWSKY, 2002). Outro fator que também pode ser uma das explicações da redução do desempenho após alongamentos vigorosos estão relacionados a menor unidade contrátil muscular, os sarcomeros. As zonas de sobreposição dos filamentos de actina e miosina diminuem quando essas estruturas são alongadas, ocasionando dessa forma uma menor capacidade de contração, e consequentemente, perda de força. (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

A diminuição principalmente do volume total pode atenuar a hipertrofia muscular. Em meta análise, KRIEGER (2010) mostrou que múltiplas séries (ou seja, alto volume total) promovem 40% maior hipertrofia do que 1 serie (baixo volume total). Assim, nossos resultados estão em conformidade com a literatura com TF promovendo alta volume total e, portanto, maior hipertrofia muscular do que FLEX-TF (baixo volume total).

Embora nós possamos observar uma melhoria maior na AST do músculo vasto lateral para o TF comparado FLEX-TF, ambos os grupos aumentaram de forma semelhante o 1RM (12,7% e 12,9%, respectivamente) (Figura 12). Para a resposta individual, quatro MMII tiveram maior aumento no 1RM quando realizado o TF, enquanto que os outros cinco tiveram maior aumento quando realizado FLEX-TF (figura 14B). A semelhante melhora no 1RM entre os grupos não era esperada. Um volume total alto está relacionada com maior melhora da força máxima em comparação volume total baixo (Krieger, 2009). Além disso, a AST muscular pode explicar cerca de 38% da força máxima (IZQUIERDO et al, 2004;.. De Souza et al, 2012). Nosso estudo observou um volume total mais elevado e maior aumento da AST do musculo vasto lateral para o TF em comparação FLEX-TF, no entanto, uma igualdade no aumento da força foi observada. Na verdade, não sabemos a possível razão para este resultado, no entanto, não acreditamos em erro de medição, pois o coeficiente de variação no período pré e pós-controle para TF e FLEX-TF foram de 6,5% e 7,7%, respectivamente.

Em relação aos mecanismos responsáveis pela diferença nos ganhos hipertróficos, acreditamos que possam estar relacionados a soma de estímulos mecânicos, pois o grupo TF

realizou mais repetições que o grupo FLEX-TF, consequentemente obtendo maior estresse mecânico. Sabe-se que o estresse mecânico pode elevar de forma intermitente os níveis intracelular da enzima fosfolipase D (PLD), esta que está localizada na banda-z do músculo esquelético, um ponto crítico de transmissão de força mecânica, o que resulta em um consequente acúmulo de ácido fosfatídico (PA) e este sendo suficiente para a ativação da sinalização da via mTOR (HORNBERGER et al, 2006).

Observamos também um maior aumento na flexibilidade para o FLEX-TF (10,1%) em comparação com a TF (2,1%) (Figura 13). Além disso, todos os membros inferiores que realizaram FLEX-TF tiveram maior flexibilidade em comparação a TF (figura 14C). Estes resultados são contraditórios com os de Simão et al. (2011); LEITE et al. (2015) Ambos os estudos observaram que o treinamento de força foi tão eficaz como treinamento de flexibilidade para aumentar o alcance no teste de sentar e alcançar (Simão et al, 2011;.. LEITE et al, 2015). A razão exata para a resposta contrária entre os estudos não está clara, no entanto, nos especulamos que diferentes amostra e protocolos de treinamento de flexibilidade e exercícios de força podem ter influência.

Existem, tanto quanto sabemos, apenas dois estudos na literatura que investigaram cronicamente as respostas neuromusculares o FLEX-TF comparado com o TF (SIMÃO et al, 2011; LEITE et al, 2015), entretanto, ambos não avaliaram a hipertrofia e trabalharam com zona alvo de repetições, o que equalizou o volume total de treinamento, impossibilitando responder se o treinamento de flexibilidade poderia prejudicar cronicamente os ganhos de força e hipertrofia. Em concordância com nossos resultados, os estudos de Simão et al (2011) e Leite et al (2015) também observaram semelhanças no aumento da força entre os grupos que realizaram treinamento de flexibilidade e os que não realizaram.

Finalmente, com base no presente estudo e nas evidências apresentadas anteriormente, sugerimos que se o objetivo da realização do TF consistir em apenas aumento da força, a concretização de um protocolo de flexibilidade intenso anteriormente não irá ser prejudicial, podendo, mais além, induzir a melhorias na flexibilidade. Entretanto, para a prática do TF para fins estéticos e hipertróficos, sugerimos a não realização de um treinamento de flexibilidade anteriormente. Contudo, sugere-se cautela e mais investigações, para assim, esclarecer as possíveis causas e mecanismos das diferenças encontradas na hipertrofia entre os grupos TF e FLEX-TF e semelhanças entre os ganhos de força.

Como limitações temos a avaliação de hipertrofia, que apesar de ser validada (REEVES et al., 2004; LIXANDRÃO et al, 2016) não consiste no padrão ouro para a análise



de secção transversa muscular (ressonância magnética), e, mais além, seria importante a análise de outros músculos do grupamento muscular quadríceps para assim confirmar nossos resultados.

## **CONCLUSÃO**

Com base nos resultados do presente estudo, é possível sugerir que a execução do FLEX-TF atenua a hipertrofia muscular em comparação com o treinamento de força, no entanto, FLEX-TF não afeta a força muscular e contribui para o aumento da flexibilidade, assim sendo, nossa hipótese foi parcialmente confirmada. Desta forma, se a hipertrofia muscular é o objetivo principal, o treinamento de flexibilidade imediatamente antes do treinamento de força não deve ser realizado. Mais estudos precisam ser feitos afim de esclarecer as razões para a não diferença da força muscular entre as condições com e sem alongamento mesmo com volume de treinamento significativamente diferente.

## REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P., ANDERSEN, J. L., DYHRE-POULSEN, P., LEFFERS, A. M., WAGNER, A., MAGNUSSON, S. P., & SIMONSEN, E. B. (2001). A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *The journal of physiology*. vol , 534, n (2), p. 613-623, 2001.
- ALEGRE, L.M; AGUADO, X; ROJAS-MARTÍN, D; MARTÍN-GARCÍA, M; ARA, I; CSAPO, R. Load-controlled moderate and high-intensity resistance training programs provoke similar strength gains in young women. *Muscle Nerve*. vol 51, n 1, p. 92-101, 2015.
- ALTER, M.J. *Ciência da Flexibilidade*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM'S Guidelines for AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand - Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.
- AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. vol 34, n 2, p. 364-380, 2002.
- AVELA, J; KYROLAINEN, H; KOMI, P. V. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol*. v. 86, n. 4, p. 1283-1291, 1999.
- BARROSO, R.; TRICOLI, V.; SANTOS GIL, S. D.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H. Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res*, v. 26, n. 9, p. 2432-2437, 2012.
- BEHM, D. G; BUTTON, D. C; BUTT, J. C. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol*. v. 26, n. 3, p. 261-272, 2001.
- BENTON, M.J; KASPER, M.J; RAAB, S.A; WAGGENER, G.T; SWAN, P.D. Short-term effects of resistance training frequency on body composition and strength in middle-aged women. *J Strength Cond Res*, vol 25, n 11, p. 3142–3149, 2011.
- BHASIN, S; STORER, T.W; BERMAN, N; CALLEGARI, C; CLEVINGER, B; PHILLIPS, J; BUNNELL, T. J; TRICKER, R; SHIRAZI, A; CASABURI, R. The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *The New England Journal of Medicine*, v. 335, n. 1, p. 1-7, 1996.

BIGLAND-RITCHIE, B; FURBUSH, F; MADEIRAS, J. J. Fatigue intermittent submaximal voluntary contractions: central and peripheral factors. *J Appl Physiol*. v. 61, n. 2, p. 421-429, 1986.

BIXLER, B; JONES, R. L. High-school football injuries: effects of a post-halftime warm-up and stretching routine. *FamPract Res J*. v. 12, p.131–139, 1992.

BOMPA, T.O. Periodization training for sports, Capítulo sobre: Hypertrophy Training. Human Kinetics Publishers, 1999.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology Online*, v. 4, p. 1-21, 2001.

BURD NA, WEST DW, STAPLES AW, ATHERTON PJ, BAKER JM, MOORE DR, HOLWERDA AM, PARISE G, RENNIE MJ, BAKER SK, PHILLIPS SM. Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PLoS One*, n. 5, v. 8, 2010.

CAMPOS, G. E. R; LUECKE, T. J; WENDELN, H. K; TOMA, K; HAGERMAN, F. C; MURRAY, T. F; RAGG, K. E; KRAEMER, W. J; STARON, R. S. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*, v. 88, p. 50–60, 2002.

CANDOW, D.G; BURKE, D.G. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *J. Strength Cond. Res*. vol 21, n 1, p.204-207, 2007

CARPINELLI, R. N; AND OTTO, R.M. Strength training: single versus multiple sets. *Sports Med* vol 26, p.: 73–84, 1998.

CHEN, T.C; CHEN, H.L; LIN, M.J; WU, C.J; NOSAKA, K. Muscle damage responses of the elbow flexors to four maximal eccentric exercise bouts performed every 4 weeks. *European Journal of Applied Physiology*. V. 106 n. 2, p. 267-275, 2009.

CHURCHWARD-VENNE, T. A; TIELAND, M; VERDIJK, L. B; LEENDERS, M; DIRKS, M. L; DE GROOT, L. C; & VAN LOON, L. J. There are no nonresponders to resistance-type exercise training in older men and women. *Journal of the American Medical Directors Association*. vol 53 n 8, 2016.

COHEN, J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Champaign: Lawrence Erlbaum, 1988.

COSTA, P.B; GRAVES, B.S; WHITEHURST, M; JACOBS, P.L. The acute effects of different durations of static stretching on dynamic balance performance. *J Strength Cond Res.* vol 23, n 1, p. 141-147, 2009.

COURNEYA, K. S; SEGAL, R.J; REID, R.D; et al. Three independent factors predicted adherence in a randomized controlled trial of resistance exercise training among prostate cancer survivors. *J Clin Epidemiol.* vol 57, n 6, p. 571–579, 2004.

CRAMER, J. T; HOUSH, T. J; JOHNSON, G. O; MILLER, J. M; COBURN, J. W; BECK, T. W. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *Journal Strength and Conditioning Research.* v. 18, n. 2, p. 236-241, 2004.

CYRINO, E.S. et al. Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v.10, n.4, p.233-237, 2004;

DAHMANE, R; DJORDJEVIC, S; SMERDU, V. Adaptive potential of human biceps femoris muscle demonstrated by histochemical, immunohistochemical and mechanomyographical methods. *Medical and Biological Engineering and Computing*, vol 44, n 11, p. 999-1006, 2006.

DAHMANE, R; DJORDJEVIC, S; SIMUNIC, B; VALENCIC, V. Spatial fiber type distribution in normal human muscle: histochemical and tensiomyographical evaluation. *Journal of Biomechanics.* vol, 38, n 12, p. 2451-2459, 2005.

DAMAS, F; PHILLIPS, S; VECIN, F.C; UGRINOWITSCH, C. A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sports Med.* vol 45, n 6, p. 801-807, 2015.

DANTAS, E.STÉLIO H. M. Alongamento e Flexionamento. 5ª ed. Rio de Janeiro: Shape, 2005.

DE SOUZA JR, T.P; FLECK, S.J; SIMÃO, R; DUBAS, J.P; PEREIRA, B; DE BRITO PACHECO, E.M; DA SILVA, A.C; DE OLIVEIRA, P.R. Comparison between constant and decreasing rest intervals: influence on maximal strength and hypertrophy. *J Strength Cond Res.* vol 24, n 7, p. 1843–1850, 2010.

DE SOUZA, E. O.; TRICOLI, V.; PAULO, A. C.; SILVA-BATISTA, C.; CARDOSO, R. K.; BRUM, P. C.; BACURAU, A. V.; LAURENTINO, G.; NEVES-JR, M.; AIHARA, A. Y.; UGRINOWITSCH, C. Multivariate analysis in the maximum strength performance. *Int J Sports Med*, v. 33, n. 12, p. 970-974, 2012.

DE WEIJER, V. C; GORNIAC, G.C; SHAMUS, E. The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther.* vol 33, n 12, p. 727-733.

DECOSTER, L.C; CLELAND, J; ALTIERI, C; RUSSELL, P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther.* vol 35, n 6, p. 377-387.

DEFREITAS, J.M; BECK, T,W; STOCK, M.S; DILLON, M.A; KASISHKE, P.R. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol.* vol 111, n 11, p. 2785-90, 2011.

DESCHENES, M.R. & KRAEMER, W.J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* v.81, n.11, p. 3-16, 2002.

DI ALENCAR, T.A.M; MATIAS, K.F.S. Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* vol 16, n. 3, p.230-234, 2010.

DI MAURO, H.S; MORIGGI JUNIOR, R; DIAS, S.C; DE MATOS, J.M; URTADO, C.B. Ten seconds of passive stretching reduces the maximum strength. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal.* vol 13, p 005, 2015.

DOSS, W. S; AND P. V. KARPOVICH. A comparison of concentric, eccentric, and isometric strength of elbow flexors. *J. Appl. Physiol.* vol 20, p. 351–353, 1965.

EDMAN, K.A; TSUCHIYA, T. Strain of passive elements during force enhancement by stretch in frog muscle fibres. *J Physiol* 1996; vol 490, n 1, p. 191-205, 1996.

EURICO, P. C; SILVA, E. R. A; VALE, R. G. S; DANTAS, E. H. M. Efeito do flexionamento previo na capacidade de desenvolver força máxima no teste de 1RM. In: XXVIII Simposio Internacional de Ciencia do Esporte 2005; Sao Paulo. Anais do XXVII Simposio Internacional de Ciencias do Esporte 2005.

EVETOVICH, T. K; NAUMAN, N. J; CONLEY, D. S; TODD, J. B. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research.* v. 17, p. 484–488, 2003;

FELAND, J.B; MYRER, J.W; MERRILL, R.M. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sport.* v.2, n.2, p.186-193, 2001.

FOWLES, J. R; SALE, D. G; MACDOUGALL, J. D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* v. 89, p. 1179–1188, 2000.

FOWLES, J.R; SALE, D.G; MACDOUGALL, J.D. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *J Appl Physiol.* vol 89, n 3, p. 1179-1188, 2000.

FOWLES, J.R; SALE, D.G; MACDOUGALL, J.D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* vol 89, p. 1179–1188, 2000.

FRANCO, B. L.; SIGNORELLI, G. R.; TRAJANO, G. S.; DE OLIVEIRA, C. G. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res*, v. 22, n. 6, p. 1832-1837, 2008.

FUJITA, S; ABE, T; DRUMMOND, M. J; CADENAS, J. G; DREYER, H. C; SATO, Y; VOLPI, E; RASMUSSEN, B. B. Blood flow restriction during lowintensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*, v. 103, p. 903–910, 2007.

GAMA, Z. A. S; MEDEIROS, C. A. S; DANTAS, A. V. R; SOUZA, T. O. GAMA, Z.A.S. et al. Influência da frequência de alongamento utilizando facilitação neuromuscular proprioceptiva na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v.13, n.1, p.33-38, 2007;

GAMA, Z.A.S. et al. Influência da frequência de alongamento utilizando facilitação neuromuscular proprioceptiva na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v.13, n.1, p.33-38, 2007;

GAMA, Z.A.S; DANTAS, A.V.R; SOUZA, T.O. Influência do intervalo de tempo entre as sessões de alongamento no ganho de flexibilidade dos isquiotibiais. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v.15, n.2, p.110-114, 2009.

GARRETT, W. E; CALIFF, J. C; BASSETT, F. H. Histochemical correlates of hamstring injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, vol 12, n 2, p. 98-103, 1984.

Girouard CK<sup>1</sup>, Hurley BF. Does strength training inhibit gains in range of motion from flexibility training in older adults? *Med Sci Sports Exerc.* vol 27, n 10, p. 1444-1449, 1995.

GIROUARD, C.K; HURLEY, B.F. Does strength training inhibit gains in range of motion from flexibility training in older adults? *Med Sci Sports Exerc.* vol 27, n 10, p. 1444-1449, 1995.

GOMES, T. M.; SIMAO, R.; MARQUES, M. C.; COSTA, P. B.; DA SILVA NOVAES, J. Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. *J Strength Cond Res*, v. 25, n. 3, p. 745-752, 2011.

GONÇALVES, R; GURJÃO, A.L.D; GOBBI, S. Efeitos de oito semanas do treinamento de força na flexibilidade de idosos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. v.9, n.2, p.145-153, 2007;

GOUZI, F; MAURY, J; MOLINARI, N; POMIÈS, P; MERCIER, J; PRÉFAUT, C; HAYOT, M. Reference values for vastus lateralis fiber size and type in healthy subjects over 40 years old: a systematic review and metaanalysis. *Journal of Applied Physiology*. vol 115, n 3, p. 346-354, 2013.

GUISSARD, N; DUCHATEAU, J. Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev*. Vol 34, n 4, p 154–158, 2006.

GUNDERMANN, D.M; FRY, C.S; DICKINSON, J.M; WALKER, D.K; TIMMERMAN, K.L; DRUMMOND, M. J; VOLPI, E; RASMUSSEN, B.B. Reactive hyperemia is not responsible for stimulating muscle protein synthesis following blood flow restriction exercise. *Journal of Applied Physiol*. v. 112, n. 9, p. 1520–1528, 2012.

HAWKE T. J. Muscle stem cells and exercise training *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 33, n. 2, p. 63-68, 2005.

HENSELMANS, M; SCHOENFELD, B.J . The Effect of Inter-Set Rest Intervals on Resistance Exercise-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Med*. vol 44, n 12, p. 1635-1643, 2014.

HENSON, L.C; POOLE, D.C; DONAHOE, C.P; HEBER, D. Effects of exercise training on resting energy expenditure during caloric restriction. *Am J Clin Nutr*. vol 46, p. 893-899, 1987.

HIGBIE, E. J; KIRK, J; CURETON, G. L; WARREN, III; BARRY, M. P. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J. Appl. Physiol*. vol 81, n 5, p. 2173–2181, 1996.

HIGBIE, E; LIZABETH, J; KIRK, J; CURETON, G; ORDON, L. WARREN, III; BARRY, M. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J. Appl. Physiol*. vol 81, n 5, p. 2173–2181, 1996.

HORNBERGER, T. A; CHU, W. K; MAK, Y. W; HSIUNG, J. W; HUANG, S. A; CHIEN, S. The role of phospholipase D and phosphatidic acid in the mechanical activation of mTOR signaling in skeletal muscle. *PNAS*, v. 103, p. 4741–4746, 2006.

HORTOBÁGYI, T.J; BARRIER, D. B; BRASPENNINCX, J; KOENS, P; DEVITA, P; DEMPSEY, L; LAMBERT, J. Greater initial adaptation to submaximal muscle lengthening than maximal shortening. *Journal of Applied Physiology*. vol 81, p. 1677-1682, 1996.



IMPROTA, S; POLITOU, A.S; et al. Immunoglobulin-like modules from titin I-band: extensible components of muscle elasticity. *Structure*. vol 4, n 3, p. 323-337, 1996.

IZQUIERDO, M.; IBANEZ, J.; HAKKINEN, K.; KRAEMER, W. J.; RUESTA, M.; GOROSTIAGA, E. M. Maximal strength and power, muscle mass, endurance and serum hormones in weightlifters and road cyclists. *J Sports Sci*, v. 22, n. 5, p. 465-478, 2004.

JENNEKENS, F. G; TOMLINSON, B. E; WALTON, J. N. Data on the distribution of fibre types in five human limb muscles. An autopsy study. *Journal of the Neurological Sciences*. vol 14(, n 3), p. 245, 1971.

JOHNSON, M; POLGAR, J; WEIGHTMAN, D; APPLETON, D. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles: an autopsy study. *Journal of the Neurological Sciences*. vol 18, n 1, p. 111-129, 1973.

JURCA, R; LAMONTE, M.J; CHURCH, S.T; EARNEST, C.P; FITZGERALD, S.J; BARLOW, C.E; et al. Association of muscle strength and aerobic fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc*. vol 36, n 8, p. 1301-1307, 2004.

KAY, A.D; BLAZEVOICH, A. J. Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance: A Systematic Review. *Medicine & Science In Sports & Exercise*. v.44, n.1, p.154-164, 2012.

KNUDSON, D; BENNETT, K; CORN, R; LEICK, D; SMITH, C. Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 15, p. 98–101, 2001.

KOKKONEN, J; NELSON, A. G; CORWELL, A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sports*. v. 69, n. 4, p. 411–415, 1998.

KOKKONEN, J; NELSON, A.G; ELDREDGE, C; WINCHESTER, J.B. Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*. vol 39, n 10, P. 1825-31, 2007.

KRAEMER, W.J; MARCHITELLI, L; GORDON, S.E; HARMAN, E; DZIADOS, J.E; MELLO, R; FRYKMAN, P; MCCURRY, D; FLECK, S.J. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*, v.69, p.1442-50,1990.

KRAEMER, W.J; RATAMESS, N.A; FRENCH, D.N. Resistance Training for Health and Performance. *Curr Sports Med Rep*. vol 1, p. 165-171, 2002.

KRIEGER, J. W. SINGLE V. S. Multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *J Strength Cond Res.* v. 24, n. 4, p. 1150–1159, 2010.

KRIEGER, J.W. Single versus multiple sets of resistance exercise: A meta-regression. *J Strength Cond Res*, vol 23, p.: 1890–1901, 2009.

KUBO, K; KANEHISA, H; FUKUNAGA, T. Effects of resistance and stretching training programmes on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *The Journal of Physiology.* n 1, p.219-226, 2002.

KUBO, K; KANEHISA, H; KAWAKAMI, Y; FUKUNAGA, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* v. 90, p. 520–527, 2001.

LAURENTINO, G. C; UGRINOWITSCH, C; ROSCHEL, H; AOKI, M. S; SOARES, A. G; NEVES, M; AIHARA, A. Y; FERNANDES, A. R. C; TRICOLI, V. Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 44, n. 3, p. 406–412, 2012.

LEITE, T. S. T. A.; SAAVEDRA, F.; LEITE, R. D.; RHEA, M. R.; SIMÃO, R. Influence of strength and flexibility training, combined or isolated, on strength and flexibility gains. ; *J Strength Cond Res.* vol 29, n 4, p. 1083-1088, 2015.

LINNAMO, V; BOTTAS, R; KOMI, P.V. Force and EMG power spectrum during and after eccentric and concentric fatigue. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* vol 10, n 5, p.293-300, 2000.

LUCAS, R.W.C. Terapêutica, Método STS – Strength Training Strategies: Cinesioalongamento. Curitiba: Ed Digital, 2003

MARCHAND E. A. A. (2002) Condicionamento de flexibilidade. Disponível em: <<http://www.efdeportes>.

MAREK, S. M; CRAMER, J. T; FINCHER, A. L; MASSEY, L. L; DANGELMAIER, S. M; PURKAYASTHA, S; FITZ, K. A; JULIE, Y. Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output Culbertson. *J Athl Train.* v. 40, n. 2, p. 94–103, 2005.

MATON B. Human motor unit activity during the onset of muscle fatigue in submaximal isometric and isotonic contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* v. 46, n. 3, p. 271-281, 1981.

MATSAKAS, A.; PATEL, K. intracellular signalling pathways regulating the adaptation of skeletal muscle to exercise and nutritional changes. *Histology and histopathology*, v.24, n.2, p.209-222, 2009.

MCARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L; *Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano*, 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2011.

MCCALL, G. E; BYRNES, W. C; DICKINSON, A; PATTANY, P. M; FLECK, S. J. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *Journal of Applied Physiology*. vol 81, n 5, p. 2004-2012, 1996.

MCCARTHY, J. J; MULA, J; MIYAZAKI, M; ERFANI, R; GARRISON, K; FAROOQUI, A. B; SRIKUEA, R; LAWSON, B. A; GRIMES, B; KELLER, C; VAN ZANT, G; CAMPBELL, K. S; ESSER, K. A; DUPONT-VERSTEEG, E. E; PETERSON, C. A. Effective fiber hypertrophy in satellite cell-depleted skeletal muscle. *Development*. vol 138, p. 3657-3666, 2011.

MCMILLIAN, D.J; MOORE, J.H; HATLER, B.S; TAYLOR, D.C. Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res*. vol 20, n 3, p. 492-499.

MCMILLIAN, D.J; MOORE, J.H; HATLER, B.S; TAYLOR, D.C. Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res*. vol 20, n 3, p. 492-499, 2006.

MILLER, J; PRATLEY, R.E; GOLDBERG, A.P; GORDON, P; RUBIN, M; TREUTH, M.S; RYAN, A.S; HURLEY, B.F. Strength training increases insulin action in healthy 50- to 65-yr-old men. *Journal Applied Physiology*. vol 77, p. 1122-1127, 1994.

MITCHELL, C. J; VENNE, T. A. C; WEST, D. D. W; BURD, N. A; BREEN, L; BAKER, S. K; PHILLIPS, S. M. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *Journal Applied Physiology*, vol 19, 2012.

MONTEIRO, W.D; SIMÃO, R; POLITO, M.D; SANTANA, C.A; CHAVES, R.B;

MONTEIRO, W.D; SIMÃO, R. POLITO, M.D; SANTANA, C.A; CHAVES, R.B; BEZERRA, E; FLECK, S.J. Influence of strength training on adult women's flexibility. *J Strength Cond Res*. May. vol 22, n 3, p. 672-677, 2008.

MONTEIRO, W.D; SIMÃO, R; POLITO, M.D; SANTANA, C.A; CHAVES, R.B; BEZERRA, E; FLECK, S.J. Influence of strength training on adult women's flexibility. *J Strength Cond Res*. vol 22, n 3, p.672-677, 2008.

MORITANI, T; DE VRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal Physiologic Medicine*. n.58, p.115-130, 1979.

MORITANI, T; SHERMAN, W. M; SHIBATA, M; MATSUMOTO, T; SHINOHARA, M. Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 64 n. 6, p. 552-556, 1992.

NELSON DL, HUTTON RS. Dynamic and static stretch responses in muscle spindle receptors in fatigued muscle. *Med Sci Sports Exerc*. vol 17, n 4, p. 445-50, 1985.

NELSON, A. G.; KOKKONEN, J.; ARNALL, D. A. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond Res*, v. 19, n. 2, p. 338-343, 2005.

NELSON, D.L; HUTTON, R. S. Dynamic and static stretch responses in muscle spindle receptors in fatigued muscle. *Med Sci Sports Exerc*. vol 17, n 4, p. 445-450, 1985.

O'NEIL, T.K; DUFFY, L.R; FREY, J.W; HORNBERGER, T.A. The role of phosphoinositide 3-kinase and phosphatidic acid in the regulation of mammalian target of rapamycin following eccentric contractions. *Journal of Physiology*, v.587, n.14 p.3691–701, 2009.

ORMSBEE, M.J; CHOI, M.D; MEDLIN, J.K; GEYER, G.H; TRANTHAM LH, DUBIS, G.S; HICKNER, R.C. Regulation of fat metabolism during resistance exercise in sedentary lean and obese men. *J Appl Physiol*. vol 106, p. 1529 –1537, 2009.

performance. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):141–7, 2009.

PIERCE, G. L. et al. Effects of exercise training on forearm and calf vasodilation and proinflammatory markers in recent heart transplant recipients: a pilot study. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, v. 15, n. 1, p. 10-8, 2008.

PRATI, L. R. J. E; MACHADO, C. S. E. D; SOBRINHO, J. A. H; CARVALHO, A. M. C. G. D; DANTAS, M. E. H. Efeito agudo do flexionamento passivo sobre a força máxima: um estudo experimental. *Fitness & Performance Journal*. P. 5311-317, 2006. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75117233008>. Data de consulta: 5 / maio / 2014.

PURVES, D; AUGUSTINE, G.J; FITZPATRICK, D; et al. *Neuroscience*. 2º edição, editora Sunderland (MA): Sinauer Associates, 2001.

RADFORD, J.A; BURNS, J; BUCHBINDER, R; LANDORF, K.B; COOK, C. Does stretching increase ankle dorsiflexion range of motion? A systematic review. *Br J Sports Med*. vol 40, n 10, p. 870–875, 2006.

REES, S.S; MURPHY, A.J; WATSFORD, M.L; MCLACHLAN, K.A; COUTTS, A.J. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-

producing characteristics of the ankle in active women. *J Strength Cond Res.* vol 21, n 2, p. 572–577, 2007.

REEVES, N. D; C. N. Maganaris, *et al.* Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol*, v.91, n.1, p.116-118. 2004.

REID, D.A; MCNAIR, P.J. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Med Sci Sports Exerc.* vol 36, n 11, 1944-1948, 2004.

REIS, V.M. The influence of strength, flexibility, and simultaneous review. *J Orthop Sports Phys Ther.* Vol 35, n 6, p. 377–387, 2005.

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, p. 918-920, 2004.

SAFRAN, M. R; SEABER, A. V; GARRETT, W. E. JR. Warm-up and muscular injury prevention: an update. *Sports Med.* v. 8, p. 239–249, 1989.

SATKUNAM, L. E. Rehabilitation medicine: 3. Management of adult spasticity. *CMAJ.* v. 169, n. 11, p. 1173–1179, 2003.

SCHOENFELD, B. J. Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. *Sports Medicine*, 2013.

SCHOENFELD, B.J; OGBORN, D.I; KRIEGER, J.W. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* vol 45, n 4, p.577-585, 2015.

SCHUENKE, M. D; HERMAN, J. R; GLIDERS, R. M; HAGERMAN, F. C; HIKIDA, R. S; RANA, S. R; STARON, R. S. Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. *European Journal of Applied Physiology.* vol 112, n 10, p. 3585-3595, 2012.

SIMÃO, R; LEMOS, A; SALLES, B; LEITE, T; OLIVEIRA, E; RHEA, M; SOUZA-JUNIOR, T.P; WILLARDSON, J.M; BLOOMER, R; LEITE, R.D; FLECK, S.J; OLIVEIRA, P.R; SIMÃO, R. Strength and hypertrophy responses to constant and decreasing rest intervals in trained men using creatine supplementation. *J Int Soc Sports Nutr.* vol 27, n 8, p. 17, 2011.

*Sports Exerc.* vol 27, p. 1444–1449, 1995.

SRINIVASAN, R. C., LUNGREN, M. P., LANGENDERFER, J. E., HUGHES, R. E. Fiber type composition and maximum shortening velocity of muscles crossing the human shoulder. *Clinical Anatomy.* vol 20, n 2, p. 144-149, 2007.

TAKU WAKAHARA, T.; · NAOKAZU MIYAMOTO, N.; · NORIHIDE SUGISAKI, N.; · KOICHIRO MURATA, K.; · HIROAKI KANEHISA, H .; YASUO KAWAKAMI, Y .; TETSUO FUKUNAGA, T.; · TOSHIMASA YANAI, T. Association between regional differences in muscle activation in one session of resistance exercise and in muscle hypertrophy after resistance training. *Eur J Appl Physiol.* vol 112, p.1569–1576, 2012.

TAYLOR, D.C. DALTON, J.D. SEABER, A.V. Viscoelastic properties of muscle-tendon units: the biomechanical effects of stretching. *The American Journal of Sports Medicine.* v.18, n.3, p.300-309, 1990;

TORTORA, G.J.; GRABOWSKI, S.R. *Princípios de Anatomia e Fisiologia.* 9ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002;

TSKHOVREBOVA, L.;, TRINICK, J. Flexibility and extensibility in the titin molecule: analysis of electron microscope data. *J Mol Biol* 2001.; vol 310, p.: 755-771, 2001.

VIVEIROS, L. et al. Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração do alongamento. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v.10, n.6, p.459-463, 2004.

WALLMANN, H. W; MERCER, J. A; MCWHORTER, J. W. Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* v.19, n. 3, p. 684-688, 2005.

WEST, D.W.;, BURD. N.A.;, TANG, J.E., ET AL. Elevations in ostensibly anabolic hormones with resistance exercise enhance neither training-induced muscle hypertrophy nor strength of the elbow flexors. *J Appl Physiol.* vol 108, n 1, p. 60–67, 2010.

WINTERS, M.V.;, BLAKE, C.G.;, TROST, J.S, ET AL. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* vol 84, n 9, p. 800–807, 2004.

Wisdom, K. M; Delp, S. L; Kuhl, E. Review- Use it or lose it: Multiscale skeletal muscle adaptation to mechanical stimuli *Biomech Model Mechanobiol.* v. 14, n. 2, p. 195–215, 2015.

YOUNG, W; ELLIOTT, S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance, *Res Q Exerc Sport.* v. 72, n. 3, p. 273-279, 2001.

## **Anexo 1**

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

#### **INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE PRÉ TREINAMENTO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES.**

**Roberto Moriggi Junior**

**Número do CAAE:** 42462115.3.0000.5404

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

#### **Justificativa e objetivos:**

É de seu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica, com o objetivo de avaliar a existência de diferenças nas respostas musculares crônicos em jovens em duas condições, treinamento de força até a falha concêntrica, treinamento de força até a falha concêntrica com realização de alongamento antecedente e condição controle (que não realizará nenhum treinamento), objetivando identificar qual o melhor protocolo para levar a ganhos de força e hipertrofia após dez semanas de treinamento, pois, devido a grande utilização do TF para os diversos fins, torna-se fundamental entender os fatores que podem interferir em suas adaptações.

#### **Procedimentos:**

Participando do estudo você está sendo convidado a: comparecer ao laboratório nas fases iniciais (quatro dias de avaliação pré) com um intervalo de 72 horas entre os testes, e posteriormente, nas fases de realização do treinamento, um comparecimento de 2 vezes por semana durante oito semanas e, por fim, após 72h do término da última sessão de treinamento para as últimas avaliações. Após a entrega do atestado, estando apto para as avaliações e assinatura do termo de consentimento formal livre e esclarecido, você será submetido a testes

não invasivos no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UNICAMP (FISEX/FEF), que são:

(1) Avaliação das Características Antropométricas: medição do peso e da altura, trajando roupa de banho e estando descalço;

(2) Avaliação da Força Muscular para os membros inferiores, (1 RM, no equipamento extensora): tem como objetivo medir a força máxima muscular. Você irá realizar um aquecimento geral de cinco minutos em pista de atletismo. Após este aquecimento, você fará um aquecimento específico no equipamento (duas séries de oito repetições com cargas ao redor de 50% e 70% da carga estimada para 1-RM de forma unilateral). Após o aquecimento específico, um intervalo de três minutos será dado antes do teste. O teste consistirá na obtenção da máxima quantidade de peso que pode ser levantada em um ciclo completo (flexão-extensão) do exercício, ou seja, um movimento completo no exercício. O número total de tentativas para achar o valor de 1-RM não será maior que cinco. Entre as tentativas haverá um intervalo de três minutos; este teste será realizado apenas no início do programa.

(3) Área de secção transversa muscular: Tem como objetivo avaliar o crescimento muscular obtido durante todo o período de treinamento (10 semanas) que será realizado no início e no fim do projeto. Para este procedimento, um ultrassom modo-B, será utilizado para captar as imagens do seu músculo vasto lateral da coxa esquerda, após você estar deitado em posição supina por 30 minutos para ocorrer à drenagem de fluidos. Durante todas as medidas você será instruído a relaxar sua musculatura o máximo possível. A inserção proximal do músculo vasto lateral será marcada na pele com tinta semi-permanente e, a partir desse ponto, a pele será marcada a cada 30 mm. O transdutor será alinhado perpendicularmente ao músculo vasto lateral e movido de uma posição central para uma posição lateral ao longo dos pontos previamente marcados na pele.

(4) Avaliação das repetições máximas com e sem alongamento: O teste será realizado em modelo cross over, em que você realizará de forma aleatória quatro séries de repetições máximas até a falha concêntrica na cadeira extensora com e sem a realização de três séries de 25 segundos de alongamento passivo até a máxima sensação de dor antecedente ao exercício de força (cadeira extensora). As repetições até a falha serão anotadas, somadas e utilizadas para calcular o volume total de trabalho (carga x repetições).

Após as avaliações iniciais citadas anteriormente, seus membros inferiores serão alocados para 2 possíveis grupos distintos para realização do treinamento durante dez semanas. Grupo 1 (treinamento de força até a falha concêntrica – TF): o treino consistirá de 4 séries a 80%



de 1RM na cadeira extensora até a falha concêntrica (impossibilidade de realizar extensão completa por duas vezes), com um minuto de intervalo entre as séries, sendo realizado 2 vezes por semana. Grupo 2 (treinamento de força até a falha concêntrica com alongamento antecedente – FLEX-TF): realizará antes do TF na extensora (mesmo do grupo 1) 2 séries de 25 segundos de alongamento passivo de alta intensidade (máxima percepção de dor) com 1 minuto de intervalo entre as séries. Período de controle: Não realizara treinamento regular durante 10 semanas antes do início do projeto, sendo aplicado apenas os testes.

### **Desconfortos e riscos:**

Este projeto apresenta riscos que são inerentes a qualquer pratica de exercício físico (por exemplo, desconforto muscular após a realização do exercício, possível distensão, fadiga, dor e ruptura muscular). Para diminuir qualquer eventual problema, você deverá realizar exames clínicos com um médico cardiologista pessoal antes do início das atividades, constando nesse laudo a liberação para pratica de qualquer tipo de atividade física.

Você **não** deve participar deste estudo caso seja considerado irregularmente ativo B ou sedentário segundo o questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ) e não ter participado regularmente de nenhum programa de treinamento com pesos ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento. Adicionalmente, também não será permitida sua participação caso possua doença isquêmica do miocárdio, diabetes, arritmias, hipertensão arterial, obesidade ( $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ ) e problemas ósteomusculares.

### **Benefícios:**

Os benefícios deste projeto são inerentes a qualquer pratica de exercício físico, mais especificamente treinamento de força (por exemplo, hipertrofia muscular, aumento da força, aumento da flexibilidade, etc), todos estes benefícios irão acarretar em melhora ou manutenção da saúde, além disso, a todo o momento será incentivado à adoção de um estilo de vida mais saudável e ativo.

### **Acompanhamento e assistência:**

Em caso de qualquer intercorrência clínica, a faculdade de educação física da Unicamp, tem suporte para o pronto atendimento, incluindo carrinho de parada cardiorrespiratória equipado conforme diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia, DEA e funcionários e docentes que compõem a brigada de BLS – Basic Life suport socorros. Não há plantonistas e ambulâncias no local, desta forma, em caso de acidentes ou alguma intercorrência, você será transferido para o hospital mais próximo (Hospital de Clinicas - UNICAMP) e caso necessário uma unidade móvel de socorro será acionada. Caso apresente

algum problema músculo-esquelético ou neuromuscular durante o estudo, principalmente nas articulações dos joelhos você será desligado do experimento. Porém, em caso de problemas músculo esqueléticos, ou qualquer outro problema, você será orientado e encaminhado pelo médico colaborador do Laboratório para setor médico-fisioterápico competente para o atendimento (será realizado um acompanhamento até resolução da intercorrência).

**Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

**Ressarcimento:**

Todos os custos com o deslocamento até o local de realização das avaliações do treinamento físico, bem como outros gastos adicionais não relacionados ao desenvolvimento do projeto, não serão de responsabilidade dos pesquisadores, desta forma não haverá ressarcimento de nenhum gasto.

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Roberto Moriggi Junior, Faculdade de Educação Física (UNICAMP), Laboratório de Fisiologia do Exercício (FISEX), Avenida Érico Veríssimo, 701, Cidade Universitária Zeferini Vaz, Barão Geraldi, 019 - 3521 7493/32516625/981558453, juniormoriggi@gmail.com.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você pode entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 13:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936; fax (19) 3521-7187; e-mail: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br)

**Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do(a) participante:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Data:

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu responsável LEGAL)

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

\_\_\_\_\_ Data:  
\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

(Assinatura do pesquisador)