

**Pedro Frederico Valadão**

**Efeito Agudo de Diferentes Exercícios de Alongamento no  
Desempenho de Resistência de Força**

**BELO HORIZONTE**

**2010**

V136e Valadão, Pedro Frederico  
2010 Efeito agudo de diferentes exercícios de alongamento no desempenho de resistência de força . [manuscrito] / Pedro Frederico Valadão – 2010.  
38 f., enc.:il.

Orientador: Mauro Heleno Chagas

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 33-34

1. Musculação. 2. Exercícios de alongamento. 3. Fadiga. I. Chagas, Mauro Heleno. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.015.52

**Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.**

Pedro Frederico Valadão

**Efeito Agudo de Diferentes Exercícios de Alongamento no Desempenho de Resistência de Força**

Monografia apresentada ao curso de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de Título de Especialista em Treinamento Esportivo: Área de concentração: Musculação.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

BELO HORIZONTE – MG

2010

**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia**  
**Ocupacional – EEFFTO**  
Programa de Pós-Graduação em Educação Física  
Curso de Especialização em Treinamento Esportivo

Monografia intitulada “Efeito Agudo de Diferentes Exercícios de Alongamento no Desempenho de Resistência de Força” de autoria do especializando Pedro Frederico Valadão, aprovado pelos seguintes professores:

Resultado: \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

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

---

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas – EEFFTO – Orientador

---

Profa. Dra. Kátia Lúcia Moreira Lemos  
Coordenadora do Curso de Especialização em Treinamento Esportivo

Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 – Belo Horizonte, MG – 31.270-901 – Brasil Tel:  
(031) 3499-2322

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores, funcionários e colegas da Universidade Federal de Minas Gerais, o convívio me proporcionou diversos aprendizados pelos quais sou muito grato!

Aos colegas do BIOLAB obrigado por compartilhar o conhecimento de maneira aberta e atenciosa, aprendi muito.

Agradecimento especial ao meu orientador Dr. Mauro Heleno Chagas, verdadeiro educador, que sem dúvidas me ensinou além dos conteúdos acadêmicos, sobre conduta e ética.

## RESUMO

Exercícios de alongamento são tradicionalmente utilizados como parte das atividades preparatórias antes das competições. Entretanto estudos que investigaram alterações do desempenho em diferentes ações motoras pelo efeito agudo do alongamento apresentaram resultados controversos. O objetivo do presente estudo é verificar a influência aguda do alongamento dos músculos posteriores da coxa e tríceps sural no desempenho de resistência de força, caracterizado pelo número máximo de repetições (NMR) realizado durante um protocolo de treinamento de força no aparelho banco flexor. Como os dois grupos musculares realizam a flexão de joelho, o presente estudo pretende investigar o efeito do alongamento dos músculos posteriores da coxa e tríceps surais no desempenho de resistência de força, sendo o alongamento realizado isoladamente em cada grupo muscular e também de forma conjunta. Todos os protocolos de treinamento de flexibilidade utilizados no estudo geraram um ganho significativo de amplitude de movimento quando comparados com seu pré teste. O NMR realizados nas situações experimentais com os diferentes protocolos de alongamento foi significativamente menor quando comparadas com as situações controle sem alongamento. Não houve diferença significativa no NMR para as condições experimentais em que o posterior de coxa foi alongado isoladamente ou em conjunto com o tríceps sural. Os resultados do presente estudo demonstram que a carga de treinamento de flexibilidade utilizada foi capaz de produzir um efeito negativo no desempenho de resistência de força. Portanto, para tarefas em que a resistência de força seja determinante do desempenho, não é recomendável a realização de exercícios de alongamento para a musculara que será submetida ao esforço.

## **ABSTRACT**

Stretching exercises are traditionally used as part of the pre-competition warm-up. However studies that investigated the alterations in the performance of different motor actions due to stretching effects yielded controversial results. The purpose of this study is to verify the acute effect of stretching of the hamstrings and triceps surae muscles on the strength endurance performance, being measured as the maximum number of repetitions (NMR) accomplished in a strength endurance training protocol for the knee flexors. This study also aims to verify the influence of the acute stretching of the knee flexors together and isolated. All the stretching protocols utilized in this experiment resulted in significant increase in the range of motion when compared with its pre test. The NMR in the experimental sessions which included the stretching protocols was significantly smaller when compared to the control sessions which had no stretching protocols. There was no significant difference between the experimental conditions which the hamstrings were stretched isolated or combined with the triceps surae. The results of the present study demonstrate that the flexibility training load utilized was capable of producing a negative effect in the strength endurance performance. Therefore, for motor tasks which the performance is determined by the strength endurance capacity, stretching exercises are not recommended before the activity.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Posicionamento do indivíduo no banco flexor de joelho.....	21
FIGURA 2 –	Teste de Extensão de Joelho Modificado.....	22
FIGURA 3 –	Representação esquemática do desenho experimental da coleta de dados.....	24

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Médias, desvios padrão (dp) e máximos e mínimos (Max/Min) referentes à idade, massa corporal e estatura.....	19
TABELA 2 –	Configuração do protocolo de treinamento de força.....	27
TABELA 3 –	Configuração do protocolo de treinamento da flexibilidade.....	28
TABELA 4 –	Valores médios de ADM para os grupos musculares PC e TS para os tratamentos PE e AD.....	30
TABELA 5 –	Comparação do efeito dos diferentes tratamentos no número máximo de repetições.....	30

**LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS**

ADM	Amplitude de movimento
ADM max	Amplitude de movimento máxima
ANOVA	Análise de variância
AD	Ativo-dinâmica
CENESP	Centro de Excelência Esportiva
DP	Desvio padrão
EEFFTO	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Max	Máximos
Min	Mínimos
OTG	Órgãos tendinosos de Golgi
PE	Passivo-estática
PC	Posteriores da coxa
CO	Procedimento controle
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TEJ-M	Teste de extensão de joelho modificado
1RM	Teste de uma repetição Máxima
TS	Tríceps surais
UMT	Unidade músculo tendínea
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E METODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

Investigações recentes têm mostrado que exercícios de alongamento passivo-estático podem reduzir o desempenho de força e potência muscular em ações isométricas (McBride *et al.*, 2005; Weir *et al.*, 2005; Power *et al.*, 2004 e Behm *et al.*, 2006), em testes isocinéticos (Marek *et al.*, 2005) e em exercícios que envolvem uma resistência externa dinâmica constante (Nelson *et al.*, 2005).

Este efeito negativo também foi apontado em ações motoras como saltos verticais (Behm *et al.*, 2007; Young *et al.*, 2001 e Cornwell *et al.*, 2002) e corridas de velocidade (Nelson *et al.*, 2005). Em contrapartida, alguns estudos demonstraram que o alongamento ativo-dinâmico influenciou positivamente a potência muscular mensurada na extensão de joelho concêntrica (Yamaguchi *et al.*, 2005; Yamaguchi *et al.*, 2007). Contudo a análise dos diferentes estudos e seus resultados indica que esta questão ainda é controversa, pois outros estudos mostraram que o alongamento passivo-estático e/ou ativo-dinâmico não afetou significativamente o desempenho muscular (Behm *et al.*, 2004; Fantini *et al.*, 2006; Young *et al.*, 2001; Unick *et al.*, 2005 e Cornwell *et al.*, 2002).

Os principais mecanismos propostos para explicar a redução do desempenho de força após os exercícios de alongamento são de origem biomecânica e neurológica. O alongamento muscular é capaz de reduzir a rigidez da musculatura (Kubo *et al.*, 2001; Evetovich *et al.*, 2003; Guissard *et al.*, 2004), provocando uma alteração na transmissão de força entre a unidade músculo tendínea (UMT) e o sistema esquelético. Outro efeito causado pelo alongamento muscular é a diminuição da excitabilidade do motoneurônio alfa, reduzindo a resposta contrátil da musculatura alongada. Este efeito pode ser advindo de mudanças pré sinápticas como a inibição autogênica da via Ia e a depressão

homossináptica, ou mudanças pós sinápticas como a inibição autogênica via órgãos tendinosos de Golgi, inibição recorrente via células de Renshaw e a inibição via receptores mecânicos e articulares (Guissard et al., 2004; Guissard et al., 2001).

McBride *et al.* (2005) demonstraram que um protocolo de alongamento passivo-estático resultou em um decréscimo do pico de força em uma contração isométrica máxima monoarticular dos extensores do joelho. Contudo, no teste de força multiarticular, agachamento isométrico, o pico de força permaneceu inalterado após o protocolo de alongamento, mas a taxa de produção de força foi reduzida. Os autores sugeriram que possivelmente uma mudança no padrão de recrutamento dos músculos sinergistas não alongados envolvidos na tarefa motora multiarticular compensaram a produção debilitada do músculo alongado. O efeito agudo do alongamento passivo-estático em um ou mais músculos responsáveis pela mesma tarefa motora ainda não foi verificado sistematicamente. Portanto, o efeito dos exercícios de alongamento para ações multiarticulares é incerto, pois ainda não está claro como a musculatura treinada e a não treinada se comportam no desempenho da tarefa motora alvo.

A maioria dos estudos avaliou o desempenho de força após os exercícios de alongamento utilizando medidas de força máxima, como o teste de uma repetição máxima (1RM) ou o pico de torque isocinético, poucos estudos investigaram o efeito do alongamento agudo em protocolos que envolvam a capacidade resistência de força (Nelson *et al.*, 2005; Laur *et al.*, 2003). Nelson *et al.* (2005) demonstraram que um protocolo de alongamento passivo-estático reduziu o desempenho de resistência de força para os flexores do joelho em uma série com o máximo de repetições possíveis. Contudo, não está claro como um protocolo de exercícios de alongamento irá afetar um protocolo de treinamento de força com séries múltiplas.

O presente estudo visa identificar a influência de duas técnicas de alongamento, passivo-estática e ativo-dinâmica, no desempenho de resistência de força em um protocolo de treinamento para os flexores do joelho com séries múltiplas. Os músculos posteriores da coxa e gastrocnêmio serão alongados separadamente, podendo na mesma sessão experimental ser ambos submetidos ao treinamento de flexibilidade ou apenas um dos grupos musculares.

O entendimento mais claro de como uma carga de treinamento de flexibilidade dentro da realidade prática dos atletas e praticantes de atividades físicas pode influenciar um treinamento de força submáximo, caracterizado pela realização de ações motoras em intensidades inferiores a 1RM, pode auxiliar os profissionais da área na decisão de como prescrever o treinamento conjunto dessas capacidades físicas.

## **2 – OBJETIVO**

Verificar a influência aguda de diferentes exercícios de alongamento no desempenho de resistência de força utilizando séries múltiplas.

### **3 – JUSTIFICATIVA**

Este estudo pretende fornecer informações para aumentar o entendimento da relação entre o treinamento da capacidade física flexibilidade e sua influência na produção de força muscular, proporcionando um embasamento científico para que a prescrição de atividades físicas seja mais coerente com seu objetivo.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Efeito agudo do alongamento muscular

As respostas agudas ao alongamento muscular têm sido atribuídas tanto a fatores biomecânicos (TAYLOR *et al.*, 1990; WEIR *et al.*, 2005) quanto a fatores neurofisiológicos (FOWLES *et al.*, 2000).

Durante o alongamento, a carga mecânica de tensão aplicada sobre o músculo gera uma energia cinética que é parcialmente transformada em calor no tecido muscular. O calor produzido é capaz de modificar a viscosidade e a capacidade da matriz extracelular de assumir uma nova forma, por aumentar o movimento das moléculas da matriz extracelular (HILL, 1938).

Outra resposta que ocorre durante o alongamento é a diminuição da excitabilidade do motoneurônio alfa, sendo este um indicativo de inibição da atividade neural reflexa que pode ser mensurada através de alterações do reflexo H. Entretanto esta alteração ocorre somente durante o alongamento, logo após os níveis do reflexo H retornam aos valores de repouso (GUISARD, DUCHATEAU e HAINAUT, 2001).

A redução da excitabilidade do motoneurônio alfa é causada por mudanças pré e pós-sinápticas. A inibição causada por mudanças pré-sinápticas está relacionada possivelmente à inibição autogênica da via Ia e a depressão homosináptica. A inibição causada por mudanças pós-sinápticas está relacionada com a inibição autogênica via órgãos tendinosos de Golgi (OTG), inibição recorrente via células de Renshaw e a inibição via receptores mecânicos e articulares (Guissard *et al.*, 2004; Guissard *et al.*, 2001).

A inibição autogênica via Ia é um mecanismo auto-ajustado do potencial de ação da própria fibra Ia. Devido à aplicação em longo prazo da tensão sobre o fuso muscular, ocorre

perda da qualidade de condução do fuso para a fibra Ia, com diminuição da atividade sináptica do fuso para a fibra Ia. Desta forma, existe uma alteração na velocidade de condução e modificação nas propriedades de condução do estímulo via Ia.

A depressão homosináptica é uma alteração na capacidade de transmissão sináptica durante atividades repetitivas. Ocorre uma alteração na capacidade sináptica da fibra Ia com o motoneurônio alfa. O uso excessivo da via Ia pode alterar a capacidade de sinapse, porém o mecanismo responsável por esta alteração não é conhecido.

O estímulo mecânico de alongamento ativa os OTGs que enviam potenciais de ação via fibra Ib para um interneurônio inibitório na medula, que ao ser despolarizado propaga potenciais de ação para o motoneurônio alfa, causando sua hiperpolarização (inibição autogênica).

A inibição recorrente é causada por interneurônios inibitórios denominados células de Renshaw. Os motoneurônios alfa possuem ramos colaterais que fazem sinapses com as células de Renshaw, que por sua vez transmitem sinais inibitórios para os motoneurônios homônimos do mesmo nível segmentar, efeito este denominado inibição recorrente. Se a taxa de disparo de um motoneurônio aumenta, a inibição recorrente também se eleva e assim limita o disparo deste grupo neuronal (KANDEL, 1991).

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1 – AMOSTRA**

Participaram deste estudo 14 voluntários do sexo masculino, recrutados na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade

Federal de Minas Gerais (UFMG), por meio de cartazes afixados nas dependências dessa escola e por contato direto dos pesquisadores.

As características da amostra, referentes à idade, massa corporal e estatura estão apresentadas na TAB. 1.

**TABELA 1**  
Médias, desvios padrão (dp) e máximos e mínimos (Max/Min) referentes à idade, massa corporal e estatura.

	Média	dp	Max/Min
<b>Idade (anos)</b>	22,3	2,8	29/20
<b>Massa Corporal (kg)</b>	76,7	10,7	100/58
<b>Estatura (cm)</b>	178	9	193/165

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: 1) ausência de lesões musculares e esqueléticas nos membros inferiores, coluna e pelve; 2) não estar participando de qualquer atividade que envolva o treinamento da flexibilidade ou força para membros inferiores nos últimos 3 meses.

Todos os voluntários receberam as informações quanto aos objetivos e ao processo metodológico do projeto e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 1) concordando participar do experimento. Os voluntários foram informados de que poderiam abandonar a pesquisa a qualquer momento sem a necessidade de justificativa.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, parecer CAAE – 0076.0.203.000-09. Os experimentos foram realizados no Laboratório de

Biomecânica do Centro Indesp De Excelência Esportiva (CENESP) localizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da UFMG.

## **5.2 – Instrumentação**

### 5.2.1 - Aparelho Flexor de Joelho Assentado

O Banco Flexor (Master Equipamentos, Brasil) (FIG.1) foi utilizado para a mensuração da força muscular concêntrica dos posteriores da coxa, através do teste de uma repetição máxima (1RM), e para treinamento da força dessa musculatura.

O aparelho consiste em um banco com encosto para apoio do tronco do voluntário. Neste banco está acoplado um braço mecânico com um estofado em sua extremidade no qual são apoiados os membros inferiores. Este aparelho ainda contém uma trava, que é posicionada acima das bordas suprapatelares, o que garante uma maior estabilização dos membros inferiores. Para ser ajustado a diferentes comprimentos de membros inferiores, o aparelho possibilita uma regulagem horizontal do encosto e do estofado onde as pernas são apoiadas. O braço mecânico possibilita a regulagem da posição inicial, utilizada para que os voluntários comecem o exercício com extensão total dos joelhos.

Com o objetivo de minimizar algum movimento compensatório do quadril, o voluntário foi fixado por meio de uma fita posicionada sobre a espinha ilíaca ântero-superior.



FIGURA 1 Posicionamento do indivíduo no banco flexor de joelho.

#### 5.2.2 Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ-M)

O TEJ-M foi utilizado para avaliar a flexibilidade da musculatura posterior da coxa. Para a sua realização, foi utilizado um instrumento que é composto por uma maca adaptada com um rolo central que é regulável verticalmente. Esta regulagem se dá através da fixação de um pino em quaisquer dos 8 furos que estão espaçados entre si em uma distância de 5 cm nas estruturas verticais que o sustentam. Quatro fixadores foram colocados na maca, sendo dois para o tronco (um para cada ombro) e dois para o quadril (um para cada lado). Os fixadores reguláveis horizontalmente possibilitam uma adaptação a qualquer tamanho de tronco. Para garantir que as posições dos fixadores possam ser repetidas com exatidão foi colocado paralelo ao eixo de deslocamento desses fixadores, uma escala métrica com intervalo de 0,5cm. Uma cinta com velcro, colocada a frente dos fixadores do quadril, fixa o membro inferior não testado, evitando algum movimento compensatório. A cinta foi

posicionada sempre a uma altura de 5 cm acima da patela. Para isso, a mesma possui também uma regulagem horizontal que permite manter o ponto de fixação sempre padronizado para todos os indivíduos.



FIGURA. 2 TEJ-M.

### 5.3 Procedimentos

O estudo foi constituído por 13 sessões. As quatro sessões de familiarização (sessão 1 a 4) foram utilizadas para verificar a variação de desempenho medido pelo teste de 1RM no Banco Flexor (Master Equipamentos), bem como para garantir que houve uma estabilização nos resultados. Neste teste o voluntário teve até 5 tentativas para realizar o movimento de flexão de joelho no aparelho Banco Flexor, contra a maior resistência possível a ser superada dinamicamente. A primeira sessão de familiarização (sessão1) serviu também para determinar o posicionamento de cada voluntário nos testes de flexibilidade envolvendo as musculaturas posterior da coxa e tríceps sural.

Nas sessões 5, 6, 7 os voluntários realizaram a familiarização com o protocolo de treinamento de força, este procedimento também teve como objetivo verificar a variação e garantir uma estabilização nos resultados do desempenho para o protocolo de treinamento. Nas sessões 8, 9, 10, 11, 12, os voluntários realizaram quatro (4) protocolos experimentais e um controle. A ordem em que cada indivíduo realizou cada sessão foi aleatória e balanceada. Na sessão 8 foram realizados os seguintes procedimentos: teste de flexibilidade para a musculatura posterior da coxa, seguido de um treinamento de flexibilidade passivo-estático para esta musculatura, novamente o teste de flexibilidade, finalizando com o protocolo de treinamento de força. Na sessão 9, o teste de flexibilidade para a musculatura tríceps sural, seguido de um treinamento de flexibilidade passivo-estático para esta musculatura, novamente o teste de flexibilidade, finalizando com o protocolo de treinamento de força. Na sessão 10, teste de flexibilidade para a musculatura posterior da coxa e tríceps sural, seguido de um treinamento de flexibilidade passivo-estático para estas musculaturas, novamente o teste de flexibilidade para ambas as musculaturas, finalizando com o treinamento de força. A sessão 11 é semelhante à sessão 8, porém a técnica de alongamento utilizada foi a ativo-dinâmica. Na sessão controle, o voluntário permaneceu em repouso um tempo igual ao necessário para realizar o treinamento de flexibilidade. A sessão 13 também foi uma sessão controle que teve como objetivo servir de comparação com a outra sessão controle, desta forma foi possível identificar se houve uma melhora do desempenho de resistência de força ao longo das sessões ou se permaneceu constante. Todos os testes e tratamentos foram realizados unilateralmente. A figura 03 ilustra o protocolo experimental.

### Sessão 1 – 2 – 3 - 4 – Familiarização (1RM)

<b>a) Posicionamento:</b>	<b>b) Teste 1RM: Unilateral</b>
<b>Testes da Flexibilidade:</b>	5 Tentativas – Pausa de 3 a 5 minutos
Posterior da Coxa (PC)	(Posteriores da Coxa)
Tríceps sural (TS)	* Testes separados por 48-72h

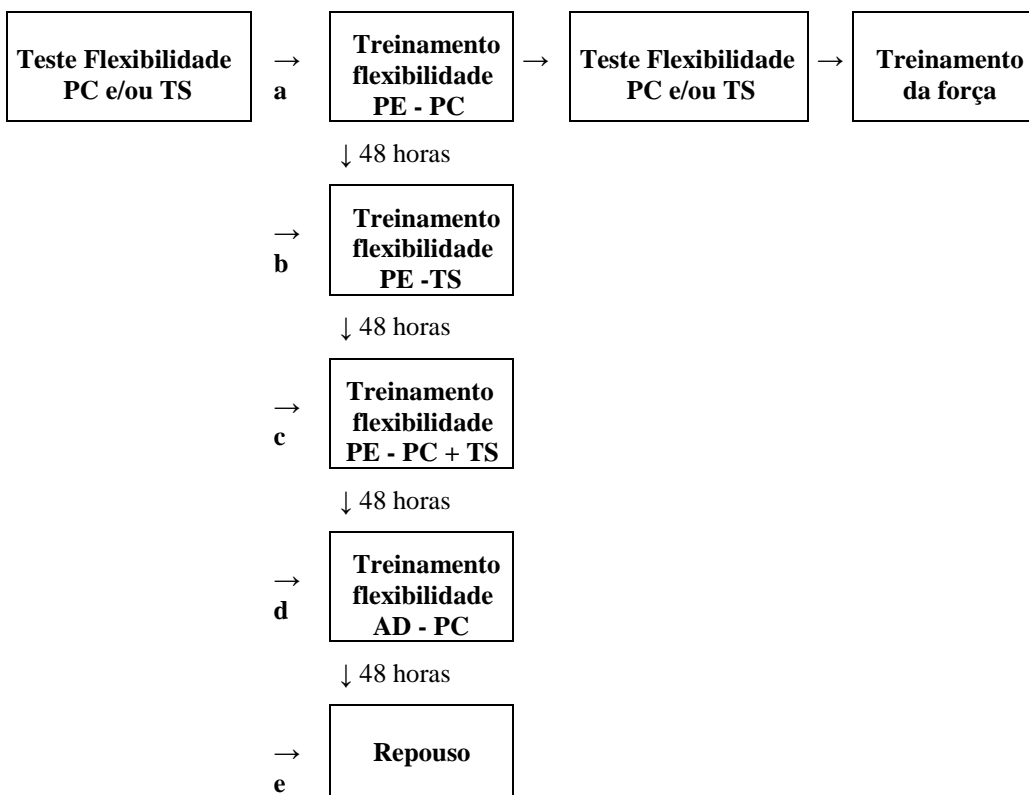
↓ 48 horas

### Sessão 5 – 6 - 7 – Familiarização (Treinamento)

3 séries – 12 repetições – 80%RM – 2s concêntrico e 2s excêntrico – 3 min. de pausa

↓ 48 horas

### Sessões 8 – 9 – 10 – 11 – 12: Experimentais e Controle



### Sessão 13 – Controle 2

Repouso → Treinamento de Força

FIGURA 03 – Representação esquemática do desenho experimental da coleta de dados.

## 5.4 Testes

### 4.4.1 – Teste de Flexibilidade para os Posteriores da Coxa (TEJ-M)

O voluntário encontra-se em decúbito dorsal sobre a mesa. Realiza-se uma flexão de quadril com o membro inferior que será testado, sendo que a parte distal anterior da coxa deve permanecer em contato com o rolo central. As articulações do quadril e joelho são posicionadas a 90° com a utilização de um esquadro. O ângulo de flexão de quadril é padronizado através do alinhamento do côndilo lateral com o trocânter maior do fêmur e o ângulo de flexão do joelho é padronizado através do alinhamento do côndilo lateral com o maléolo lateral. Os fixadores de ombro e quadril são colocados e em seguida a posição dos mesmos (registrada através das escalas métricas) é anotada. A cinta com velcro é fixada na parte distal da coxa do membro inferior não testado, mantendo a extensão completa do joelho. Essas fixações evitam uma movimentação lateral, assim como uma compensação de quadril e coluna lombar. Acima dos maléolos do membro inferior que será testado é colocado um flexômetro (marca Leighton, modelo 01146) usado para a mensuração em graus da ADM alcançada através da extensão de joelho. O voluntário antes de iniciar a medida encontra-se com o tornozelo relaxado em flexão plantar. Partindo dessa posição inicial, uma extensão ativa do joelho será realizada pelo voluntário. A amplitude de movimento máxima (ADM max) alcançada pelo voluntário por meio da contração dos músculos extensores do joelho deverá ser mantida por aproximadamente 2 segundos para o registro da ADM max. A leitura do flexômetro foi realizada na posição inicial (0 grau) e no momento em que se atingiu a ADM max.

#### 5.4.2 - Teste de Flexibilidade da Musculatura Tríceps Sural

Para a realização do teste, os voluntários eram posicionados em decúbito dorsal em uma maca, com os quadris e joelhos estabilizados. O quadril em neutro, o joelho em extensão e a articulação do tornozelo livre. Foi utilizado um goniômetro universal (Marca Carci) para a mensuração da amplitude de movimento de dorsiflexão ativa do tornozelo, de acordo com a metodologia proposta por Winter (2004). Os pontos de referência utilizados foram a linha mediana do braço fixo do goniômetro sobre a linha da fíbula e a linha externa do braço móvel posicionado sobre a cabeça do quinto metatarsal. Após a fixação dos braços do goniômetro, o fulcro foi secundariamente posicionado na região inframaleolar, de forma que o braço móvel permaneceu paralelo à linha do quinto metatarsal de acordo com os pontos de referência utilizados por Johnson e Gross (1997). Todas as medidas foram realizadas três vezes, antes e após o treinamento. A média entre a segunda e terceira medida foi utilizada para os cálculos estatísticos.

### 5.5 – Protocolos

#### 5.5.1 – Resistência de Força Muscular

O protocolo de resistência de força muscular executado nas sessões 5 a 7 foi: 3 séries, número máximo repetições (NMR) por série, 80% 1RM, com 3 minutos de pausa entre as séries e um tempo de execução de 4 segundos (2 concêntrico, 2 excêntrico) (ver Tabela 01). Este protocolo gerou um nível alto de fadiga, sendo que vários indivíduos não conseguiram realizar nenhuma ou um número muito baixo de NRM. Por este motivo o protocolo foi alterado para as sessões 8 à 13. Nas sessões 8 a 13 a configuração do protocolo de resistência de força muscular se manteve quase idêntica, a única modificação

foi a redução da intensidade de 80% 1RM para 70% 1RM, a justificativa dessa alteração, como mencionado anteriormente, foi permitir que um maior número de repetições fosse alcançado, garantindo que todos os sujeitos iriam conseguir realizar um certo número de repetições na última série.

**TABELA 2**  
Configuração do protocolo de treinamento de força.

<b>Protocolo de Resistência de Força Muscular (unilateral)</b>				
<b>Séries</b>	<b>Repetições</b>	<b>Intensidade</b>	<b>Pausa</b>	<b>Duração da Repetição</b>
3	NMR	70% de 1RM	3 min.	2s con e 2s exc

NMR – número máximo de repetições

O voluntário começou a execução do movimento em extensão completa de joelhos, e um anteparo localizado na base do aparelho indicava a amplitude de movimento necessária e foi a referência para considerar a repetição válida. Um examinador indicou o ritmo com auxílio de um metrônomo para que o voluntário executasse cada repetição no tempo de 2 segundos para ação concêntrica e 2 segundos para a ação excêntrica e também forneceu reforço verbal para incentivar o voluntário.

#### 5.5.2 - Treinamento da flexibilidade

O protocolo de treinamento de flexibilidade foi de 4 séries de 20 segundos com 15 segundos de pausa, a intensidade do alongamento passivo-estático foi controlada pelo examinador e do ativo-dinâmico pelo voluntário (Tabela 03). Cada voluntário foi instruído

a relatar verbalmente durante o exercício de alongamento a sua percepção da intensidade e foi recomendado que ele alcançasse à maior ADM possível, sendo a máxima sensação de desconforto tolerável.

Este procedimento foi o mesmo em cada repetição do exercício de alongamento e o voluntário foi estimulado a alcançar uma ADM maior a cada tentativa. A partir desta ADM, iniciava-se o registro do tempo de estímulo. A utilização de 4 séries baseia-se em estudos com animais (TAYLOR et al., 1990) e humanos (OHLENDORF et al., 1999; WEIR et al., 2005) que reportaram aumento do comprimento muscular e não detectaram redução da tensão passiva após a quarta série de alongamento. Em um estudo realizado em nosso laboratório (CHAGAS et al., 2008), a duração do estímulo de alongamento de 15 segundos foi suficiente para produzir ganhos significativos na ADM. A pausa de 15 segundos foi escolhida por ser o suficiente para preparar o voluntário para a próxima repetição.

TABELA 3  
Configuração do protocolo de treinamento da flexibilidade.

<b>Protocolo de Treinamento da Flexibilidade</b>					
<b>Passivo Estático</b>	<b>Séries</b>	<b>Repetições</b>	<b>Intensidade</b>	<b>Duração estímulo</b>	<b>Pausa</b>
	4	1	Sensação de desconforto	20 s	15 s
<b>Ativo Dinâmico</b>	<b>Séries</b>	<b>Repetições</b>	<b>Intensidade</b>	<b>Duração estímulo</b>	<b>Pausa</b>
	4	Número máximo de repetições	Sensação de desconforto	20 s	15 s

## 5.6 – Análise Estatística

Foi realizada uma análise descritiva das variáveis estudadas contendo os valores médios, máximos, mínimos e desvios padrão. Serão aplicados testes de distribuição normal, e para comparar as diferenças no número máximo de repetições entre as diferentes sessões experimentais, foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas. Caso observado alguma diferença significativa, o teste post hoc Holm-Sidak foi utilizado para identificar onde houve essa diferença.

Para comparar as diferenças da ADM nas situações pré e pós-tratamento, foi utilizado um teste t de *student* pareado.

O valor de significância adotado para este estudo foi de  $p < 0,05$ . Para a realização da análise estatística foi utilizado o pacote estatístico SPSS para Windows na versão 11.0.

## 6 – Resultados

### 6.1 – Treinamento de Flexibilidade

A tabela 4 apresenta os valores descritivos e a comparação da ADM pré e pós-treinamento para os dois grupos musculares, posteriores da coxa (PC) e tríceps surais (TS), para os tratamentos passivo-estático (PE) e ativo-dinâmico (AD).

TABELA 4

Valores médios de ADM para os grupos musculares PC e TS para os tratamentos PE e AD.

	PC – PE			PC - AD			TS - PE		
	Média ± DP	MIN.	MÁX.	Média ± DP	MIN.	MÁX.	Média ± DP	MIN.	MÁX.
<b>Pré</b>	84,78 ± 17,42	57,5	120	85,80 ± 16,99	56,5	116	77,94 ± 5,22	65,5	86
<b>Pós</b>	94,57 ± 16,96*	1	126	90,07 ± 16,42*	69	125,5	73,71 ± 5,79*	61,5	84,5
<b>Dif.%</b>	11,82 ± 6,45	4	31	8,26 ± 4,86	2	25,5	5,00 ± 2,78	0	11

Min.= mínimo; Máx.= máximo; DP= desvio padrão; Dif.% = diferença percentual,\* Indica que o valor pós tratamento é significativamente maior ( $p < 0.05$ ) do que o valor pré tratamento.

Como pode ser observado na tabela acima, houve um aumento significativo na ADM para a medida pós quando comparada a pré-treinamento.

## 6.2 – Treinamento de Força

Na tabela 5 são apresentadas as comparações do número máximo de repetições para os diferentes tratamentos.

TABELA 5

Comparação do efeito dos diferentes tratamentos no número máximo de repetições.

	Tratamentos					
	PE-PC	PE-PC+TS	AD-PC	PE-TS	Controle I	Controle II
<b>Média</b>	16,28 <sup>a</sup>	17,00 <sup>b</sup>	18,14 <sup>c</sup>	19,50 <sup>d</sup>	21,11	21,93
<b>± DP</b>	± 6,99	± 6,45	± 7,31	± 7,05	± 6,53	± 6,95

a Diferença significativa em relação ao AD-PC, PE-TS, Controle I e Controle II

b Diferença significativa em relação ao PE-TS, Controle I e Controle II

c Diferença significativa em relação ao PE-PC, Controle I e Controle II

d Diferença significativa em relação ao PE-PC, PE-PC+TS e Controle II

Como pode ser observado na tabela acima foi verificado um efeito do treinamento de flexibilidade no número máximo de repetições, em que o tratamento controle II apresentou

um número máximo de repetições maior que os tratamentos em que a intervenção foi o treinamento de flexibilidade.

## **7 – Discussão**

Os protocolos de alongamento PE e AD para os músculos posteriores da coxa (PE PC e AD PC) causaram um aumento na ADM articular e redução do desempenho de resistência de força. O protocolo PE PC causou uma redução no desempenho significativamente maior do que o AD PC. Um possível raciocínio para este resultado está relacionado com o comportamento viscoelástico do músculo, em que a acomodação da matriz extracelular depende do tempo e magnitude da carga mecânica aplicada. Durante o protocolo PE, o músculo foi submetido à máxima tensão suportável pelo voluntário por 80 segundos ao todo, já no protocolo AD, o voluntário teve 80 segundos para realizar a extensão de joelho na maior velocidade possível, quantas vezes fosse capaz. A realização de 4 séries, com pequeno intervalo de descanso, pode ser causada fadiga nos músculos extensores do joelho, acarretando em uma menor carga mecânica de tensão de alongamento gerada, bem como em uma menor duração da tensão exercida sobre o músculo, quando comparada com o alongamento PE.

Yamaguchi *et al.*, 2007 apresentaram uma melhora do desempenho de força para os extensores do joelho após o alongamento ativo dinâmico, o protocolo de alongamento consistia em dois exercícios que alongavam os extensores do joelho, e outros dois exercícios em que os extensores do joelho e flexores do quadril se contraíam de forma concêntrica. Não houve nenhum tipo de teste de flexibilidade, desta forma não é possível

saber se os dois exercícios que serviram para alongar a musculatura extensora do joelho alteraram a ADM das articulações envolvidas. Os exercícios em que a musculatura testada foi agonista do movimento podem ter causado uma potencialização pós-ativação, causando uma melhora no desempenho. No presente estudo, a musculatura responsável pelo movimento que alongou o posterior da coxa foi o quadríceps femoral, portanto, qualquer tipo de potencialização aconteceu na musculatura antagonista da testada, não influenciando o desempenho dos flexores do joelho.

O protocolo de alongamento PE para o tríceps sural (PE TS) causou um aumento na ADM articular e apresentou resultados divergentes em relação ao desempenho de força: foi significativamente menor do que o controle 2, mas não foi diferente do controle 1, apesar que os dois controles não foram significativamente diferentes.

O protocolo de alongamento PE para os posteriores da coxa e tríceps sural em conjunto (PE PC+TS) apresentou um ganho significativo na ADM articular e causou uma redução significativa no NMR. Os protocolos PE PC+TS e PE PC não apresentaram diferenças significativas em relação ao NMR. Logo após os exercícios de alongamento o voluntário era submetido ao treinamento de força, no protocolo PE PC+TS, como foram dois exercícios de alongamento realizados em ordem randômica e balanceada, o tempo entre a finalização do primeiro exercício de alongamento e o teste de força foi consideravelmente maior. Durante a realização do segundo exercício de alongamento, a primeira musculatura já submetida ao exercício de alongamento pode ficar em repouso até o momento do teste de força, sendo este tempo de repouso possivelmente um fator importante para explicar a ausência de diferença entre os dois protocolos de alongamento.

Os resultados do presente estudo corroboram com os de Nelson *et al.*, 2005, em que um protocolo de treinamento de flexibilidade passivo estático para os posteriores da

coxa e tríceps surais diminuiram o desempenho de força medido pelo número máximo de repetições realizadas em uma única série.

## **8 – Conclusão**

O presente estudo demonstrou que uma carga de treinamento de flexibilidade factível de ser utilizada na prática é capaz de prejudicar o desempenho de resistência de força. A resistência de força é uma capacidade determinante do desempenho em diversas tarefas motoras presentes nos esportes, musculação, danças, dentre outros. Desta forma, as atividades preparatórias devem ser consideradas com cuidado, para se discernir se a melhora da ADM articular aguda é mais importante que a perda do desempenho de resistência de força para a tarefa alvo.

Os mecanismos responsáveis pela diminuição do desempenho de força após o alongamento agudo ainda não estão claros, possivelmente uma interação entre fatores que causam uma inibição neural do *pool* de motoneurônios e uma alteração das propriedades mecânicas do músculo é a explicação mais viável para este fenômeno. Ainda são necessários estudos básicos para que os mecanismos sejam claramente identificados, e assim recomendações para a prática sejam mais específicas e fundamentadas.

## 9 - REFERÊNCIAS

BEHM, D. G.; BAMBURY, A.; CAHILL, F.; POWER, K. Effect of Acute Static Stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 36, n.8, p.1397-1402, 2004.

BEHM, D. G.; BRADBURY, E. E.; HAYNES, A. T.; HODDER, J. N.; LEONARD, A. M.; PADDOCK, N. R. Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 5, n.1, p.33-42, 2006.

BEHM, D. G.; KIBELE, A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, v. 101, n.5, p.587-594, 2007.

CORNWELL, A.; NELSON, A. G.; SIDAWAY, B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *European Journal of Applied Physiology*, v. 86, n.5, p.428-434, 2002.

FANTINI, C. H; MENZEL, H. J; CHAGAS, M. H. Acute effect of quadriceps stretching on performance and movement technique during squat jumps. In: XXV International Symposium on Biomechanics in Sport, 2007, Ouro Preto. Proceedings of XXV International Symposium on Biomechanics in Sport. Belo Horizonte : SEGRAC, p. 440-443, 2007.

FOWLES, J. R.; SALE, D. G.; MACDOUGALL, D. J. Reduce strength after passive stretch of the human plantar flexors. *Journal Applied Physiology*, Ontario, v. 89, n.3, p.1179-1188, 2000.

GAJDOSIK, R. L.; LENTZ, D. J.; MCFARLEY, D. C.; MEYER, K. M.; RIGGIN, T. J. Dynamic elastic and static viscoelastic stress-relaxation properties of the calf muscle-tendon unit of men and women. *Isokinetics and Exercise Science*, v. 14, p. 33-44, 2006.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structure in vivo. *Journal Applied Physiology*, Tokio, v. 90, n.2, p.520-527, 2001.

MCBRIDE, J. M.; DEANE, R.; NIMPHIUS, S. Effect of stretching on agonist-antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Denmark, 2005.

NELSON, A.G.; DRISCOLL, N. M.; LANDIN, D.K.; YOUNG, M. A; SCHEXNAYDER, I.C. Acute Effects of Passive Muscle Stretching on Sprint Performance. *Journal of Sports Sciences*, v. 23, n.3, p.449-454, 2005.

POWER, K.; BEHM, D, G.; CAHILL, F.; CARROLL, M.; YOUNG, W. An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 36, n.8, p.1389-1396, 2004.

TAYLOR, D.; DALTON, J. Viscoelastic properties of muscle tendon unit. The biomechanical effects of stretching. *American Journal of Sport Medicine*, Carolina do Norte, v. 18, n.3, p.300-309, 1990.

UNICK, J; KIEFFER, H. S; CHEESMAN, W; FEENEY, A. The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strenght Cond Res* 19: 206-212, 2005.

WEIR, D. E.; TINGLEY, J.; ELDER, G. C. B. Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction . *European Journal of Applied Physiology*, v. 93, n.5-6, p.614-623, 2005.

YAMAGUCHI, T.; ISHII, K.; YAMANAKA, M.; YASUDA, K. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 21, n.4, p.1238-1244, 2007.

YOUNG, W.; ELLIOT, S. Acute Effects of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, and Maximum Voluntary Contractions on Explosive Force Production and Jumping Performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 72, n.3, p.273-279, 2001.

## **APÊNDICE 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

### **“O Efeito Agudo de Diferentes Exercícios de Alongamento no Desempenho de Resistência de Força”**

Profa. Ms Sílvia Ribeiro Santos Araújo  
Pedro Frederico Valadão

#### **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**VOCÊ GOSTARIA DE PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE DESTA PESQUISA, REALIZADA PELO LABORATÓRIO DE BIOMECÂNICA DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL – UFMG – QUE VISA INVESTIGAR A INFLUÊNCIA AGUDA DE DIFERENTES EXERCÍCIOS DE ALONGAMENTO NO DESEMPENHO DE RESISTÊNCIA DE FORÇA UTILIZANDO SÉRIES MÚLTIPLAS?**

Sua participação implicará em submeter-se a 4 sessões de familiarização no teste de 1RM no banco flexor, seguidos por três sessões de familiarização com um teste de força submáximo no mesmo aparelho. Em seqüência você participará de cinco sessões com diferentes treinamentos de flexibilidade para os membros inferiores e uma sessão controle, todos seguidos por um teste de força no banco flexor. Neste período você será submetido a tricotomização (raspagem dos pêlos) de uma parte da região da coxa e da perna para a colocação dos eletrodos.

Por se tratar o estudo da aplicação de uma técnica de alongamento bastante comum na prática esportiva e de reabilitação, além da presença contínua dos pesquisadores durante a execução da mesma, é considerado mínimos os riscos associados a este estudo que podem incluir dores musculares leves.

Será garantido o anonimato quanto à sua participação e os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins desta pesquisa pelo Laboratório e Biomecânica. Você dispõe de total liberdade para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir com os membros da equipe responsável pela pesquisa através do telefone Laboratório de Biomecânica – UFMG – (31) 3499-2360 (falar com Pedro Valadão) ou com o Comitê de Ética de Pesquisa da UFMG

situado na Unidade Administrativa II, 2º andar, Av. Antônio Carlos 6627 Campus Pampulha – UFMG – (31)3499-4592.

Importante lembrar que você poderá se recusar a participar desse estudo ou poderá abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar e sem qualquer constrangimento.

Não está prevista qualquer forma de remuneração.

Saiba que os pesquisadores podem decidir sobre sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Portanto, concorda com o que foi exposto acima e dá o seu consentimento?

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009

**Assinatura do voluntário:** \_\_\_\_\_

Declaro que expliquei os objetivos desse estudo, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

**Assinatura do pesquisador:** \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 2: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa – COEP

### Universidade Federal de Minas Gerais Comitê de Ética em Pesquisa – COEP

**Processo Nº 0076.0.203.000-09**

**Projeto:** “Efeito agudo de diferentes exercícios de alongamento no desempenho da resistência de força”

**Recebido pelo COEP em:** 18/03/2009

**Recebido pelo relator em:** 08/04/2009

**Área de conhecimento:** Ciências da Saúde – Educação Física - Preventiva

**Pesquisador responsável:** Professora Sílvia Ribeiro Santos Araújo

**Local de realização:** Departamento de Esportes EEEFTO/UFMG – Laboratório de Biomecânica

**Período de realização do estudo:** Início: após aprovação do COEP

Término: oito meses após o início

**Sumário do Projeto:** O objetivo da pesquisa é verificar a influência aguda de diferentes exercícios de alongamento no desempenho de força, utilizando séries múltiplas, realizado durante um protocolo de treinamento de força no aparelho banco flexor.

**Aspectos metodológicos:** Participarão do estudo 16 voluntários do sexo masculino, estudantes da EEEFTO-UFMG, com idades entre 18 e 30 anos, que preencham os critérios de inclusão. Serão recrutados por meio de cartazes afixados na Unidade. Ao todo, serão realizadas 13 sessões, sendo as primeiras de familiarização; as seguintes de familiarização e treinamento e, as últimas, experimentais e controle do estudo. Os experimentos serão realizados no Laboratório de Biomecânica (BIOLAB) da EEEFTO e os dados serão submetidos a análise estatística.

Os dados serão divulgados em periódicos especializados e em Congressos nacionais ou internacionais da área.

**Análise de riscos e benefícios:** O estudo envolve os riscos gerais relacionados à prática de exercícios de alongamento, como dores musculares leves. Porém, a frequência com que esse evento ocorre em condições laboratoriais é mínima. Além disso, serão adotados todos os critérios de segurança relativos aos procedimentos de avaliação e treinamento da flexibilidade. A

privacidade será preservada e o bem estar dos participantes estará acima de qualquer outro interesse. Não há benefício direto para os voluntários. Contudo, o estudo poderá fornecer importantes informações e possíveis explicações para a alteração do desempenho durante o protocolo de treinamento.

**Mérito:** O projeto é relevante, bem fundamentado e inserido na linha de pesquisa da proponente. A contribuição esperada no campo de estudo poderá ter importantes implicações na prática profissional. Embora não previsto o benefício direto para os voluntários, comprovadas as hipóteses, mesmo estes poderão ser beneficiados em um segundo momento.

**A pesquisa** mereceu parecer favorável de relator do Departamento de Esportes, que foi aprovado pela Assembléia departamental em 17/11/2008. A folha de rosto está assinada pela proponente e pelo Senhor Diretor da EEFFTO/UFMG, Professor Rodolfo Novelino Benda, que também assina a Declaração de apoio Institucional datadas de 10/03/09. A proponente assina a carta de encaminhamento, assim como a Declaração de que os resultados da pesquisa serão tornados públicos, sejam eles favoráveis ou não e o Termo de Compromisso, estes últimos juntamente com o pesquisador colaborador. A Declaração sobre o uso e destinação do material e/ou dados coletados, registra que estes ficarão arquivados no BIOLAB e serão utilizados para fins de pesquisa e que a eles terão acesso somente pessoas autorizadas. O TCLE, adequadamente redigido, contempla que os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins desta pesquisa. Uma única dúvida diz respeito ao papel do colaborador Pedro Frederico Valadão no projeto. Pelo CV disponível, concluiu a graduação em fins de 2008. Pelo parecer do relator no Departamento de origem (favorável, emitido em 17 de novembro de 2008), o cronograma de atividades estaria por ser definido, aguardando definições da PROGRAD. Pela proposta encaminhada ao COEP em março de 2009, o cronograma registra previsão de “Entrega do Relatório final” no sétimo mês de desenvolvimento do trabalho. Seria interessante esclarecer a participação do colaborador, se estagiário graduado, ou aluno de pós-graduação, *stricto sensu* ou *lato sensu*.

**Voto:** Mesmo considerando a relevância do estudo e a fundamentação da proposta, com meu voto, em princípio, favorável, recomendaria converter o julgamento em diligência unicamente para complementar a informação quanto à forma de participação do colaborador na pesquisa, sem necessidade de voltar à discussão o processo, que atende aos preceitos éticos.

É o meu parecer, salvo melhor juízo.