

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

AMANDA STORTTI PERUZZOLO

**DANO MUSCULAR INDUZIDO PELO EXERCÍCIO ROSCA SCOTT REALIZADO  
EM AMPLITUDE PARCIAL E TOTAL DE MOVIMENTO**

Porto Alegre

2013

**AMANDA STORTTI PERUZZOLO**

**DANO MUSCULAR INDUZIDO PELO EXERCÍCIO ROSCA SCOTT REALIZADO  
EM AMPLITUDE PARCIAL E TOTAL DE MOVIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Programa de Graduação em Educação  
Física – Bacharelado da Escola de Educação  
Física da Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul.

Orientador: Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2013

## RESUMO

O treino de força (TF) realizado em amplitude parcial (AP) possibilita o uso de cargas mais elevadas devido à execução do exercício nos ângulos em que os músculos ativados no movimento têm maior capacidade de produção de força. Isso permite que o TF seja executado em maior intensidade. Porém, é desconhecido se o exercício realizado em AP ocasiona maior dano muscular (DM) devido à possibilidade de deslocar cargas mais altas ou se o exercício executado em amplitude total (AT) causa maior DM em resposta à atividade muscular em ângulos desfavoráveis para produção de força. Portanto, o objetivo do estudo foi comparar o DM nos flexores de cotovelo provocado por uma sessão de TF executada em AP e AT de movimento. Para isso, os sujeitos realizaram dois protocolos de treino que consistiram de 4 séries de 10 repetições a 80% de 1RM de flexão de cotovelo, sendo que um braço executou o protocolo em AP e o braço contralateral o executou em AT. Foram avaliadas o pico de torque isométrico dos flexores do cotovelo, o perímetro de braço, a amplitude articular, a espessura e a *echo-intensity* dos músculos braquial e bíceps braquial por ultrassonografia, e a dor muscular tardia (DMT) ao estender o cotovelo e apalpar a musculatura no período pré, imediatamente após, 24, 48 e 72h pós-protocolo de treino em ambos os braços. Uma semana antes da sessão de TF, foi realizado um período controle (PC), em que as variáveis acima relacionadas foram mensuradas. Para a análise dos dados, foi utilizada a estatística descritiva (média e desvio padrão) e a normalidade das variáveis foi verificada pelo Teste de Shapiro-Wilk. Para verificar e comparar a ocorrência de diferenças significativas das variáveis indiretas de DM em diferentes momentos em cada braço (pré, 24, 48 e 72h pós-protocolo de treino) dentro de cada grupo (PC, AT e AP) e determinar em qual dos momentos houve maior dano foi usada a ANOVA de Medidas Repetidas. Para comparar o DM entre os protocolos (braços) nos diferentes momentos foi utilizada a ANOVA *one way* e para localização das diferenças foi utilizado o *post-hoc* de Bonferroni. O valor de significância adotado foi de  $p < 0,05$  e os dados foram tratados no software SPSS versão 17.0. Na amplitude articular, DMT em palpação, *echo-intensity*, espessura muscular e perímetro observou-se uma recuperação mais rápida na condição de AP do que na condição de AT. Porém, a DMT em extensão e o PT em ambos os protocolos (condições testadas) não atingiram os valores iniciais (pré-treino) 72h após a realização dos protocolos de TF, sendo o comportamento semelhante em ambos os protocolos. Tal fato mostrou que ambas as condições testadas (AP e AT) decorreram em significativo DM, que persiste 72h após a sua realização. Conclui-se assim que o TF realizado em AT nos flexores do cotovelo induziu um maior dano muscular se comparado ao TF realizado em AP.

**Palavras-chave:** Amplitude de movimento. Dano muscular. Treino de força.

## ABSTRACT

Strength training (ST) performed in partial range of motion (PROM) allows the use of higher loads due to the execution of the exercise in the angles which the muscles activated in the movement have greater capacity for force production. This allows the ST to be executed at a higher intensity. However, it is unknown if the exercise performed at PROM causes more muscle damage (MD) due to the possibility of executing the exercise with higher loads or if the exercise performed at full range of motion (FROM) cause greater MD because of the muscle activity in unfavorable angles to produce force. Therefore, the aim of the study was to compare the MD in the elbow flexors caused by a training session performing at PROM and FROM. For this, the subjects performed two training protocols that consisted of 4 sets of 10 repetitions at 80% 1RM elbow flexion, with one arm performing the protocol at FROM and the contralateral arm performing at PROM. We evaluated the peak torque (PT) of the elbow flexors, arm circumference, the articular amplitude, muscle thickness and echo-intensity of the biceps brachial, and delayed onset muscle soreness (DOMS) in extension and palpation in pre, immediately after, 24, 48 and 72 hours post-training protocol in both arms. A week before the ST session we performed a control period (CP), in which the variables listed above were measured. For data analysis, we used descriptive statistics (mean and standard deviation) and the normality of the variables was checked by the Shapiro-Wilk test. To check and compare the occurrence of significant differences of the indirect variables MD at different times in each arm (baseline, after, 24, 48 and 72h post-training protocol) within each group (PC, FROM and PROM) and to determine which of moments has more damage ANOVA for repeated measures was used. To compare the MD between protocols (arms) at different times ANOVA one-way was used and to find the differences we used the post-hoc Bonferroni test. The significance level was set at  $p < 0.05$  and data were processed with SPSS version 17.0. Amplitude, DOMS palpation, echo-intensity, muscle thickness and arm circumference showed a faster recovery at PROM than the condition at FROM. However, DOMS in extension and PT in both protocols (FROM and PROM) did not reach the baseline (pre-workout) 72h after both ST protocols. This fact showed that both conditions tested (PROM and FROM) ocasionated in significant MD that persists 72 hours after the ST. It is concluded that the FROM ST performed in the elbow flexor induced a higher MD compared performed at PROM.

**Key-words:** Range of motion. Muscle damage. Strength training.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Problema e Justificativa .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos: .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Amplitudes de Movimento e Treinamento de Força.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Dano Muscular.....</b>	<b>13</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Problema de pesquisa .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Método.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 População .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Amostra .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4.1 Cálculo Amostral .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4.2 Critérios de Inclusão .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.3 Critérios de Exclusão.....</b>	<b>22</b>
<b>3.5 Definição Operacional das Variáveis .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.1 Variáveis Independentes.....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.2 Variáveis Dependentes .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 Equipamentos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6.1 Equipamentos para Testes de Força .....</b>	<b>24</b>
<b>3.6.2 Equipamentos para Mensurar Dano Muscular.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6.3 Equipamentos para Mensurar Espessura Muscular.....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.4 Equipamentos para Mensurar Perímetro dos Braços .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.5 Equipamentos para Mensurar Amplitude Articular .....</b>	<b>25</b>
<b>3.7 Protocolos de Avaliação .....</b>	<b>26</b>
<b>3.7.1 Período Controle .....</b>	<b>26</b>
<b>3.7.2 Testes Realizados Anteriormente à Sessão de Treino .....</b>	<b>26</b>
<b>3.7.3 Testes Realizados Após a Sessão de Treino .....</b>	<b>27</b>
<b>3.7.4 Desenho Experimental .....</b>	<b>28</b>
<b>3.8 Procedimentos Metodológicos .....</b>	<b>29</b>

3.8.1 Teste de 1RM .....	29
3.8.2 Teste Isométrico .....	30
3.8.3 Avaliação da Espessura Muscular.....	30
3.8.4 Avaliação do Dano Muscular por Ultrassonografia .....	31
3.8.5 Avaliação da Circunferência do Braço.....	31
3.8.6 Avaliação da Amplitude Articular .....	32
3.8.7 Análise do Nível de Dor Muscular Tardia.....	32
<b>3.9 Sessão de Treino.....</b>	<b>32</b>
<b>4. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>33</b>
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
5.1 Amplitude.....	34
5.2 Dor em Extensão.....	35
5.3 Dor em Palpação.....	36
5.4 Echo-intensity .....	37
5.5 Espessura Muscular .....	38
5.6 Perímetro.....	30
5.7 Torque .....	40
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Problema e Justificativa

O treinamento de força tornou-se uma das mais populares formas de exercício para melhora da saúde e aptidão física de atletas e indivíduos em geral (FLECK e KRAEMER, 2006). A prescrição de um treinamento de força deve ser muito específica e de acordo com as necessidades individuais. Kraemer (1983), a partir de uma análise estatística de diversos estudos relacionados ao treino de força, definiu cinco variáveis principais do mesmo: seleção dos exercícios, ordem dos exercícios, organização das séries, períodos de recuperação e intensidade, que afetariam os resultados de um treinamento. A maneira como essas variáveis serão manipuladas determinará se os efeitos do treinamento serão maximizados e determinará as adaptações decorrentes do mesmo (KRAEMER, 2003; HATFIELD *et al.*, 2006). Dentro da seleção dos exercícios, é possível optar por exercícios que sejam executados com amplitude total de movimento ou com amplitude parcial de movimento.

A realização de um exercício de força com amplitude parcial de movimento, abrangendo os ângulos ótimos de produção de força (CHANG *et al.*, 1999) permite que o indivíduo utilize cargas elevadas, que freqüentemente excedem o valor de 100% de uma repetição máxima realizada no exercício com amplitude total de movimento (MASSEY, 2004). A possibilidade de utilizar cargas mais elevadas ocorre devido às características mecânicas e fisiológicas de cada músculo envolvido no exercício, que fazem com que os músculos apresentem maior capacidade de produção de força em um determinado ângulo articular. Portanto, uma forma de possibilitar maior produção de força é realizar o exercício em uma amplitude de movimento reduzida em que os ângulos articulares trabalhados sejam favoráveis à máxima produção de força. Sendo assim, o treino de força realizado em amplitude parcial de movimento permite que o indivíduo exerça maior torque muscular durante o exercício (SULLIVAN, 1996).

Além da possibilidade de utilizar maiores cargas, o treino de força com amplitude parcial de movimento pode ser utilizado nem casos de lesão muscular. A limitação articular do indivíduo devido à lesões musculares, articulares ou à dor

fazem com que a amplitude de movimento treinada tenha que ser reduzida (GRAVES *et al.*, 1989). Porém, devemos levar em conta a especificidade angular do treino, uma vez que os ganhos de força tendem a ser maiores ao longo da amplitude de movimento treinada (GRAVES *et al.*, 1988; McNAIR e STANLEY, 1996) ou, no caso de treinos isométricos, os maiores ganhos de força ocorrem nos ângulos treinados (LINDH, 1979) e nos ângulos adjacentes (KITAI e SALE, 1989).

Além das cinco principais variáveis do treino de força, devemos levar em conta as adaptações agudas ao treino de força, como o dano muscular. Está bem estabelecido na literatura que o exercício excêntrico máximo ocasiona um maior dano muscular do que o exercício concêntrico, isométrico e/ou excêntrico submáximo (CHEN *et al.*, 2007; ALLEN, 2001; NOSAKA e NEWTON, 2002; CLARK e HUBAL, 2002; BYRNE *et al.*, 2004; CLARKSON e SAYERS, 1999). Quando o exercício excêntrico não é habitual, uma série de eventos resulta em um dano muscular temporário, que pode afetar negativamente o desempenho nas seguintes sessões de exercício (HOWATSON e SOMEREN, 2008).

O dano muscular ocasionado pelo exercício é desencadeado por mecanismos que afetarão a integridade dos sarcômeros, o processo de excitação-contração do músculo e os elementos do citoesqueleto, tais como a titina, nebulina, desmina e distrofina (ALLEN, 2001). Esses mecanismos do dano muscular, de acordo com a revisão de Howatson e Someren (2008), podem ser divididos em primários e secundários. Os mecanismos primários seriam causados prioritariamente durante a sessão de exercício, podendo ocorrer devido a fatores metabólicos e mecânicos. A hipóxia que ocorre nos músculos durante o exercício, possibilitando mudanças na concentração iônica, acúmulo de detritos metabólicos e deficiência de ATP é um exemplo dos fatores metabólicos. Já o alongamento não uniforme dos sarcômeros além do ponto de sobreposição de actina e miosina, diminuindo a possibilidade de produzir força é um fator mecânico. O dano secundário está relacionado com o que ocorre logo após o exercício aos músculos que foram submetidos a tal esforço, como o aumento do cálcio intracelular, ruptura do sarcolema, vazamento de proteínas musculares para a corrente sanguínea.

O dano muscular é inicialmente causado por uma tensão mecânica no músculo, e o dano será exacerbado pela resposta inflamatória que ocorrerá dias após o exercício (CLARKSON e HUBAL, 2002). Por isso, o processo do dano muscular ocorre por um determinado período de tempo, tendo seu início no

momento em que o exercício é realizado e podendo manter-se por dias após a sessão de treino (NEWTON *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2011; NEWTON *et al.*, 2002; CLEAK e ESTON, 1992).

Sendo assim, a presença de dano muscular pode ser verificada através de análises diretas, como a biópsia muscular e as imagens de ultrassonografia e ressonância magnética (NOSAKA e NEWTON, 2002), e de análises indiretas, como a dor muscular de início tardio (FOSCHINI *et al.*, 2007), produção de força voluntária máxima, amplitude de movimento, perímetro do segmento analisado (CLEAK e ESTON, 1992) e marcadores bioquímicos (BASSIT *et al.*, 2010). Todavia, torna-se importante que, na tentativa de identificar a presença e a magnitude do dano muscular, utilize-se o maior número de indicadores de dano possíveis, uma vez que esses indicadores não apresentam uma sincronia cronológica. Enquanto a produção de força tem o seu maior decréscimo entre 24 e 48h após o exercício, os níveis de creatina quinase, enzima muscular, na corrente sanguínea atinge seu ápice entre 5 e 7 dias após o exercício (CLARKSON e HUBAL, 2002).

Portanto, é de grande importância conhecer as resposta agudas, como o dano muscular, do treino de força realizado com amplitude parcial e com amplitude total, pois essa informação possibilitará um melhor planejamento de treino, com períodos de recuperação adequados. Além disso, o presente estudo poderá auxiliar no entendimento das causas que levam ao dano muscular, uma vez que o treino com amplitude parcial de movimento possibilita o uso de cargas elevadas e, em contrapartida, expõem os músculos a um menor tempo de contração; já o treino com amplitude total de movimento leva o músculo a trabalhar em condições alongadas, desfavoráveis à produção de força, mas com um maior tempo de tensão.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi analisar o dano muscular provocado por uma sessão de treinamento de força de flexão de cotovelo em amplitude total e parcial de movimento, bem como o período de recuperação a esse protocolo de exercício em homens jovens destreinados em força.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar as alterações na *echo-intensity*, espessura muscular, perímetro do braço, amplitude de movimento, dor muscular tardia e produção de força isométrica dos músculos flexores de cotovelo de homens jovens destreinados em força, antes, imediatamente após, 24 horas, 48 horas e 72 horas após de uma sessão de treinamento de flexão de cotovelo.
- Comparar a realização do exercício flexão de cotovelos no banco Scott em diferentes amplitudes de movimento (total e parcial) nas alterações na *echo-intensity*, espessura muscular, perímetro do braço, amplitude de movimento, dor muscular tardia e produção de força isométrica dos músculos flexores de cotovelo antes, imediatamente após, 24 horas, 48 horas e 72 horas após de uma sessão de treinamento de flexão de cotovelo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Amplitudes de Movimento e Treinamento de Força

A relação comprimento-tensão do músculo representa a capacidade de produção de força muscular em relação ao comprimento em que ele se encontra. Sendo assim, o principal parâmetro na relação comprimento-tensão é o comprimento ótimo do músculo, definido como o comprimento muscular no qual o músculo consegue gerar maior força. Em relação à articulação do cotovelo, o momento de maior força vai aumentando desde a extensão completa do cotovelo até 90° de flexão e, a partir dos 90°, a força decresce (CHANG et al., 1999). Sendo assim, ao realizar um treino de força com amplitude de movimento limitada, envolvendo apenas os ângulos favoráveis à produção de força, é possível usar cargas mais elevadas do que as utilizadas em treinos que envolvem situações em que o músculo está muito encurtado ou alongado, desfavorável à produção de força.

Além disso, o treino de força com amplitude parcial de movimento pode ser utilizado para minimizar o risco de lesões. Nessa perspectiva, os programas de reabilitação normalmente começam com exercícios realizados em amplitude parcial de movimento, e progridem à amplitude total de movimento de acordo com as condições que o indivíduo apresenta. Exercícios durante a reabilitação de lesões ou cirurgias articulares são normalmente prescritos em uma amplitude de movimento limitada devido à dor, fraqueza muscular ou articular, ou por segurança (GRAVES *et al.*, 1989). Contudo, uma resposta ao treino em um ângulo específico tem sido identificada ao exercício isométrico.

Sendo assim, alguns estudos investigaram a especificidade do ângulo treinado e a possibilidade de transferência da força, ou seja, observaram se o indivíduo, ao treinar apenas em um determinado ângulo ou amplitude de movimento limitada consegue aumentar seus níveis de força em ângulos ou amplitudes não treinadas. Graves *et al.*, (1989) investigaram o efeito do treino de força realizado em amplitude parcial no desenvolvimento da força em amplitude total. Os sujeitos foram divididos em quatro grupos: o grupo controle, o grupo que realizou a extensão de joelho em amplitude total, o grupo que realizou a extensão de joelho com uma

amplitude de 120° a 60° de flexão de joelho e o outro grupo que realizou a extensão de joelho com uma amplitude de 60° a 0° de flexão de joelho. A carga utilizada deveria permitir que os sujeitos realizassem uma série de 7 a 10 repetições de extensão de joelho. Após 10 semanas de treino, o grupo que treinou de 60° a 0° treinou com maior carga do que os outros grupos e, nessa perspectiva, a curva de força isométrica dos extensores do joelho foi ascendente-descendente, com valores máximos apresentados entre 65° e 50° de flexão de joelho. Quando comparados ao grupo controle, os grupos que treinaram em amplitude parcial melhoraram a força isométrica em todos os ângulos medidos (9°, 20°, 35°, 50°, 65°, 80°, 95° e 110° de flexão de joelho), com exceção do grupo que treinou na amplitude de 120° a 60° nos ângulos de 9° e 20° e o grupo que treinou na amplitude de 60° a 0° no ângulo de 95° de flexão de joelho. Os maiores ganhos de força isométrica foram nos ângulos treinados e, portanto, a especificidade angular do treino de força dinâmico realizado em amplitude parcial foi identificada nesse estudo.

Em relação à especificidade dos ângulos treinados Lindh (1979) investigou o aumento da força muscular após dez semanas de treino de força isométrica dos extensores do joelho. Os sujeitos realizaram três séries de dez contrações máximas com seis segundos de duração para cada contração. Com uma das pernas, o ângulo de flexão do joelho era de 15° e, com a outra, o ângulo era de 60°. A perna que treinou a 15° de flexão de joelho mostrou um aumento médio do torque nesse mesmo ângulo de 32%, enquanto que no ângulo de 60°, que não foi treinado, aumentou em média 14%. Já a perna que foi treinada a 60° de flexão de joelho mostrou um aumento médio do torque nesse mesmo ângulo de 31%, enquanto que no ângulo de 15° aumentou em média 11%, embora não tenha sido um aumento significativo.

Ao encontro do estudo anterior, McNair e Stanley (1996) investigaram a transferência dos ganhos de força associados ao treino com amplitudes parciais de movimento em diferentes partes da amplitude. Os sujeitos realizaram três séries de oito repetições máximas de extensão do joelho no dinamômetro isocinético, três vezes por semana, durante oito semanas. A amplitude de movimento treinada foi de 90° a 45° de flexão de joelho. Como resultado, foi observado um aumento de uma média de 15% do trabalho ao longo da amplitude de movimento treinada. Os resultados apontam que as maiores mudanças no trabalho foram observadas na amplitude de movimento treinada, porém, o aumento no trabalho também foi

observado nas amplitudes de movimento não treinadas.

No estudo de Kitai e Sale (1989), seis mulheres saudáveis treinaram os flexores dorsais do tornozelo de forma isométrica, em um ângulo de 90°, três vezes por semana durante seis semanas. Antes e após o treinamento, foi testada a força isométrica em cinco diferentes ângulos do tornozelo: 5°, 10°, 15°, 20° e 90°, no sentido da flexão dorsal e da flexão plantar. A força isométrica aumentou apenas no ângulo treinado e no ângulo de 5° para flexão plantar e para flexão dorsal. Portanto, a força voluntária de flexão plantar aumentou significativamente no ângulo treinado e nos ângulos adjacentes. Sendo assim, os ganhos de força limitaram-se aos ângulos treinados e aos seus ângulos adjacentes.

O aumento da força durante toda a amplitude de movimento pode ser obtida mesmo através de exercícios com que não sejam executadas em toda a amplitude de movimento, principalmente quando essa limitação ocorre em áreas de maior encurtamento muscular. Porém, essas melhoras vindas do treino de força realizado em amplitude parcial de movimento não são tão grandes em todos os ângulos quanto as melhoras vindas do treino de força realizado em amplitude total de movimento (GRAVES *et al.*, 1989). Portanto, se a condição permitir, é recomendado que a amplitude de movimento seja realizada em toda sua extensão. Embora tenham alguns estudos na área (LINDH, 1979, McNAIR e STANLEY, 1996), ainda não há consenso sobre a efetividade do treino parcial, além de não haver resultados precisos de qual o tipo de treino (parcial ou total) resulta em maior ganho de força.

## **2.2 Dano Muscular**

O treinamento excêntrico, ou também chamado treinamento com resistência negativa, está relacionado à ação muscular excêntrica, na qual ocorre através da produção de força acompanhada do aumento do comprimento do músculo (ALBERT, 2002), ou seja, uma carga externa faz com que o músculo aumente a tensão durante o alongamento da unidade músculo-tendínea. Este comportamento se difere dos demais tipos de contração (concêntrica e isométrica), que se caracterizam por aumentar a tensão com o encurtamento desta unidade, acarretando em diferenças nas propriedades mecânicas e fisiológicas nas ações excêntricas (ENOKA, 2000). Quando o músculo simultaneamente gera tensão e é alongado, a mecânica e o

mecanismo do controle de produção de força se distinguem daqueles utilizados nas outras contrações.

Clarkson e Sayers (1999) afirmam que os fatores que podem ser responsáveis pelo dano muscular induzido pelo exercício excêntrico são o estresse mecânico, distúrbios na homeostase do cálcio intracelular e a resposta inflamatória. Os fatores mecânicos iniciam o dano muscular, enquanto que os distúrbios na homeostase do cálcio e alguns mediadores inflamatórios tornam-se exacerbados nos dias seguintes ao exercício.

Em relação ao estresse mecânico, podemos afirmar que, durante a contração muscular, existe a contribuição de duas forças: a ativa, realizada pelos filamentos contráteis, e a passiva, realizada por elementos elásticos. Quando falamos de contrações excêntricas, o alongamento do músculo gera uma menor produção de força ativa (menor probabilidade de produção de pontes cruzadas) e, em contrapartida, os elementos elásticos geram maior resistência ao alongamento dos sarcômeros, armazenando energia e aumentando assim a força passiva (ENOKA, 2000).

Em um treino de força, os sarcômeros são constantemente submetidos a alterações do seu comprimento, encurtando ou alongando, o que provoca variações na sobreposição dos miofilamentos e no número de pontes cruzadas ativas em paralelo. Durante as ações musculares excêntricas, o grau de sobreposição dos miofilamentos tende a diminuir conforme o músculo é alongado, o que diminui a possibilidade de formação das pontes cruzadas e provoca a diminuição da produção de força (força ativa) durante a realização de uma ação excêntrica (Barroso *et al.*, 2005). Após o término da ação excêntrica e a ocorrência deste evento, em alguns dos sarcômeros, os miofilamentos podem voltar a se sobrepor, enquanto em outros, não. Porém, no treino excêntrico, o alongamento do músculo ocorre repetidas vezes. Assim, nos sarcômeros nos quais a actina e miosina não voltam a se sobrepor, a tensão que deveria ser suportada por estes miofilamentos será imposta somente sobre os elementos elásticos destes sarcômeros, o que pode provocar o seu rompimento. Conforme a realização dos exercícios continua, o número de sarcômeros expostos a estes danos pode aumentar (Barroso *et al.*, 2005).

Armstrong (1990) afirma que o estresse imposto ao sarcolema pelo alongamento não uniforme dos sarcômeros ocorrido durante as ações musculares excêntricas pode causar a ruptura da barreira permeável provida pela membrana

celular e a lâmina basal. Sendo assim, esse distúrbio estrutural permite a entrada de cálcio, diminuindo o gradiente eletroquímico e precipitando a fase de sobrecarga do cálcio. Se o rompimento do sarcolema for relativamente pequeno, a entrada do cálcio pode ser adequadamente manipulada pela bomba ATPase que seqüestra e expulsa o cálcio do citoplasma. Entretanto, se o influxo de cálcio é maior do que a ação da bomba de cálcio, o nível de cálcio livre no citosol aumenta consideravelmente.

As elevações nos níveis de cálcio intracelular ativam um número de vias proteolíticas e fosfolipídicas dependentes de cálcio, que são originais das fibras musculares. O aumento dos níveis de cálcio intracelular com ionóforos de cálcio resulta na perda da atividade da creatina kinase das fibras através da ativação da fosfolipase A2 e da subsequente produção de leucotrienos. Essa fase, denominada autogênica, ocorre antes da chegada das células fagocíticas, e continua durante o período inflamatório, onde macrófagos e outras células fagocíticas são ativadas no local do dano. A fase fagocítica fica em evidência entre 2 e 6 horas após o dano, e procede por alguns dias.

A fase regenerativa então restaura a fibra muscular à sua condição normal. A reparação das fibras musculares faz com que as fibras se adaptem durante o processo para que nas futuras sessões de exercícios de similares tipos, intensidades e durações causem menos dano ao músculo

Ao investigar o dano muscular, é necessário cuidar o tempo de destreino dos sujeitos avaliados, uma vez que o treinamento excêntrico proporciona um efeito protetor. A primeira sessão de exercícios com ações excêntricas, tanto máximas como submáximas, irão induzir o dano muscular. Porém, ao realizar as sessões subseqüentes, o dano muscular induzido pelo exercício será significativamente menor do que o dano muscular induzido na primeira sessão de exercício (NOSAKA *et al*, 2001, NOSAKA *et al*, 2005, CHEN *et al*, 2007, HOWATSON *et al*, 2007, LAVENDER e NOSAKA, 2008).

No estudo de Nosaka (2008), sujeitos treinados e destreinados em treino de força foram submetidos a dez séries de seis repetições excêntricas máximas dos flexores do cotovelo com o intuito de observar as mudanças ocorridas nos marcadores indiretos do dano muscular. Os sujeitos treinados realizavam, antes do estudo, pelo menos três sessões de treino de força por semana, envolvendo a musculatura flexora do cotovelo. Já os sujeitos destreinados deveriam estar a pelo

menos um ano sem a prática do treino de força. Os resultados mostraram que o grupo de sujeitos treinados teve menores mudanças em todas as medidas (amplitude de movimento, atividade da creatina kinase plasmática), exceto na dor muscular e na rápida recuperação da função muscular (torque máximo isométrico e isocinético). Esses resultados sugerem que os indivíduos treinados são menos suscetíveis ao dano muscular induzido pelo exercício excêntrico máximo do que os sujeitos destreinados.

Em outro estudo de Nosaka et al (2001), foi investigado quanto tempo o efeito protetor duraria. Para isso, 35 sujeitos homens foram divididos em três grupos distintos. Todos realizaram duas séries de 24 ações excêntricas máximas dos flexores do cotovelo e, após 6, 9 ou 12 meses, o mesmo exercício era realizado, no intuito de verificar o tempo que duraria essa adaptação causada pela ação excêntrica. Os resultados mostraram que o efeito protetor durou pelo menos 6 meses, mas foi perdido entre 9 e 12 meses.

Os estudos que investigam o dano muscular induzido pelo exercício excêntrico geralmente utilizam métodos pouco usuais no dia-a-dia. A utilização de aparelhos isocinéticos e ações excêntricas máximas (Nosaka 2008, Chapman et al, 2006) não refletem a realidade dos programas de treino de força presentes em academias, que caracterizam-se por ações concêntricas máximas seguidas de ações excêntricas submáximas. No típico modelo de treino de força, o alongamento dos músculos que ocorre na fase excêntrica produz força suficiente apenas para resistir ao movimento da carga em direção à gravidade, de maneira lenta e controlada (NOSAKA e NEWTON, 2002).

Nessa perspectiva, Nosaka e Newton (2002) investigaram a diferença da magnitude do dano muscular induzido pelo uso de cargas máximas e submáximas durante as ações excêntricas. Para isso, os indivíduos realizaram 3 séries de 10 repetições excêntricas máximas (100%) de flexão de cotovelo com um braço e excêntricas submáximas (50%) com o outro braço. Os resultados do estudo indicaram que o exercício excêntrico submáximo induz o dano muscular, mas a magnitude do dano ocasionado pelo exercício é significativamente menor do que o dano muscular induzido pelo exercício excêntrico máximo. Além disso, a recuperação do dano muscular é significativamente mais rápida após o uso de cargas submáximas do que após o uso de cargas máximas na fase excêntrica.

Já no estudo de Chen et al (2007), foram comparadas quatro diferentes

intensidades do exercício excêntrico inicial, onde 52 estudantes homens foram divididos em grupos que realizaram 30 ações excêntricas de flexão de cotovelo a 100%, 80%, 60% ou 40% da contração isométrica voluntária máxima. Após três semanas, os indivíduos realizaram um exercício similar, usando 100% da contração isométrica voluntária máxima, com o objetivo de investigar o efeito protetor ocasionado pela intensidade da primeira sessão de treino no dano muscular induzido pela segunda sessão de treino em intensidade máxima. Como conclusão, foi observado que todas as intensidades geraram um efeito protetor ao indivíduo. O treino excêntrico consecutivo parece fazer com que os efeitos relacionados à lesão diminuam, evidenciando um efeito protetor no músculo esquelético no sentido de evitar lesões induzidas pelas contrações excêntricas das sessões de treino seguintes (HOWATSON *et al*, 2007, LAVENDER e NOSAKA, 2008, NOSAKA *et al*, 2005, NOSAKA *et al*, 2001, CHEN *et al*, 2007). Na revisão de Rocha e Vaz (2005), é explicado que podemos dividir o treinamento excêntrico em duas fases: a fase inicial, onde o exercício resulta em um processo lesivo dos tecidos (efeito agudo), e a segunda fase que pode ser considerada como uma fase de reparação dos efeitos da fase inicial (efeito crônico). Portanto, torna-se impossível obter os benefícios do treino excêntrico sem que o indivíduo passe pela fase inicial de dano muscular.

Porem, embora seja consenso na literatura que o treino excêntrico promove um efeito protetor às sessões seguintes (HOWATSON *et al*, 2007, LAVENDER e NOSAKA, 2008, NOSAKA *et al*, 2005, NOSAKA *et al*, 2001, CHEN *et al*, 2007), Chen *et al* (2007) investigaram se a intensidade da primeira sessão de exercício excêntrico afeta a magnitude do efeito protetor. Embora as diferenças entre grupos não tenham sido necessariamente significativas, a magnitude do efeito das sessões repetidas aumentou de forma linear com a intensidade do primeiro exercício excêntrico, sendo que quanto maior foi a intensidade do exercício, maior foi o nível de proteção conferido. Sendo assim, o estudo mostrou que o efeito protetor ao exercício excêntrico máximo foi conferido pelo exercício excêntrico submáximo, e mesmo a uma baixa intensidade de exercício excêntrico (40% da CVM), foi conferido o efeito protetor de 20 a 40% dos índices de dano muscular seguido uma sessão de exercício de intensidade 100%.

Portanto, a magnitude do efeito protetor depende da intensidade do exercício inicial, e quanto maior for a intensidade da sessão inicial, maior será o efeito protetor conferido. De uma perspectiva prática, o uso de cargas submáximas no exercício

excêntrico ao invés de cargas de alta intensidade nos estágios iniciais de programas de treino de força pode ser benéfico para reduzir as consequências negativas do dano muscular induzido pelo exercício.

Nessa perspectiva, o presente estudo tem como objetivo investigar o dano muscular causado pela realização do exercício de flexão de cotovelos no banco Scott em uma intensidade submáxima, que se aproxima da realidade encontrada nos programas de treinamento de força, uma vez que não tenhamos conhecimento de estudos na literatura que comparem o dano muscular nessas condições de treino. Além disso, será comparado o dano muscular induzido pela sessão de treino realizada em amplitude parcial de movimento com a sessão de treino realizada em amplitude total de movimento, já que a diferença da amplitude treinada acarreta em diferentes tempos de tensão muscular, comprimento muscular e ângulos articulares trabalhados.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Problema de Pesquisa**

A partir dos argumentos descritos anteriormente, levantamos a seguinte questão: uma sessão de treinamento de força de flexão de cotovelos no banco Scott realizado com amplitude parcial de movimento, com menor tempo de contração muscular e maior carga provoca maior dano muscular do que o mesmo treinamento de força realizado com amplitude total de movimento, com maior tempo de contração muscular e menor carga?

Hipóteses:

H1: o treino de força realizado em amplitude parcial de movimento, com menor tempo de contração muscular e maior carga provoca maior dano muscular do que o mesmo treinamento de força realizado em amplitude total de movimento, com maior tempo de contração muscular e menor carga.

H2: o treino de força realizado em amplitude total de movimento, com maior tempo de contração muscular e menor carga provoca maior dano muscular do que o mesmo treinamento de força realizado em amplitude parcial de movimento, com menor tempo de contração muscular e maior carga.

### 3.2 Método

A pesquisa foi composta por apenas um grupo de sujeitos, que passaram por um período controle e após realizaram sessões de treino nos dois tipos de amplitude de movimento, parcial e total. Os sujeitos foram informados a respeito do objetivo e dos procedimentos metodológicos do estudo, sendo entregue posteriormente um documento individual em que foi manifestado o interesse em fazer parte do estudo, devendo este ser assinado. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da UFRGS (20158).

### 3.3 População

A população do estudo foi constituída por homens jovens com idade entre 18 e 30 anos, destreinados em força há pelo menos três meses do início da pesquisa.

### 3.4 Amostra

A amostra foi do tipo não aleatória voluntária. Foi enviado um e-mail para alunos do curso de graduação e pós-graduação da ESEF/UFRGS e também por meio de comunicação oral foi realizada a seleção da amostra. Os indivíduos foram informados sobre os procedimentos metodológicos desta investigação, assim como a forma que ocorreu a sessão de treino e a coleta de dados. Aqueles que se enquadraram nos critérios de inclusão e dela aceitaram participar, deveriam assinar um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 1). Os voluntários compareceram em datas e horários pré-estabelecidos para as sessões de coleta de dados e realizaram o exercício de flexão de cotovelos no banco Scott de forma unilateral, em duas diferentes amplitudes:

- AT (amplitude total): os sujeitos realizaram quatro séries de dez repetições a 80% de 1RM de forma unilateral com um membro (escolhido de forma randomizada) o exercício rosca bíceps no banco Scott, partindo da extensão total (0°) até o ângulo correspondente à máxima flexão possível do cotovelo (aproximadamente 120°);

- AP (amplitude parcial): os sujeitos realizaram quatro séries de dez repetições a 80% de 1RM de forma unilateral com o outro membro (escolhido de forma randomizada) o exercício rosca bíceps no banco Scott, partindo dos 40° até os 90° de flexão do cotovelo.

Em uma mesma sessão de treino, os sujeitos realizaram o treino em amplitude total de flexão do cotovelo com um dos membros superiores e em amplitude parcial de flexão do cotovelo com o outro membro superior. Por sorteio foi randomizado qual membro realizaria a sessão de treinamento em amplitude total e qual realizaria em amplitude parcial.

- Período Controle (PC): antes de começarem as coletas que envolvem a sessão de treinamento de força, os sujeitos foram instruídos a, pelo menos uma semana antes da sessão de treino, comparecerem ao laboratório de pesquisa para a realização dos testes. Sendo assim, nessa semana foram analisadas todas as variáveis do estudo para a posterior comparação aos valores encontrados na semana da sessão de treino, mas antes da realização da mesma, para verificar os efeitos da sessão de treinamento.

#### *3.4.1 Cálculo Amostral*

O tamanho da amostra foi calculado através do programa PEPI versão 4.0. O “n” amostral foi calculado baseando-se nos estudos de Nosaka e Newton (2001;2002), Chen et al. (2007;2009) que avaliaram a produção de força isométrica, circunferência do braço, dor muscular e echo-intensity dos músculos flexores de cotovelo após uma sessão de exercício. Foi adotado um nível de significância de 0,05, um poder de 90% para todos os estudos utilizados. Com base nos desvios-padrão e nas diferenças entre as médias obtidas dos estudos supracitados, os cálculos realizados demonstraram um “n” mínimo de 12 indivíduos. Sendo assim, foi estabelecido que nosso estudo fosse composto por no mínimo 12 indivíduos.

### 3.4.2 Critérios de Inclusão

- Homens jovens, com idade entre 18 e 30 anos;
- Destreinados, sem ter praticado treinamento de força no período inferior a três meses do início do estudo;
- Aparentemente saudáveis (sem limitações físicas ou problemas músculo-esqueléticos, que impedissem a realização de exercícios de força).

### 3.4.3 Critérios de Exclusão

- Sujeitos que tivessem qualquer tipo de lesão articular ou muscular durante o período de coleta.
- Sujeitos que praticassem exercícios de força durante o período de coleta.

## 3.5 Definição Operacional das Variáveis

### 3.5.1 Variáveis Independentes

- Exercício de força de flexão de cotovelo, realizado no banco Scott com peso livre (rosca bíceps Scott), de duas formas diferentes:
  - Flexão de cotovelo unilateral com amplitude total de movimento: realização da flexão do cotovelo, partindo da extensão total (0°) até o ângulo correspondente à máxima flexão possível do cotovelo (aproximadamente 120°);
  - Flexão de cotovelo unilateral com amplitude parcial de movimento: realização da flexão do cotovelo, partindo dos 40° até os 90° de flexão do cotovelo.

### 3.5.2 Variáveis Dependentes

- As variáveis dependentes abaixo referem-se à flexão de cotovelo executada de forma unilateral. Foram analisadas no período controle (uma semana antes do treino), pré-treino, imediatamente após, 24 horas, 48 horas e 72 horas pós-treino:
- Espessura muscular: distância entre o tecido subcutâneo e a aponeurose óssea, obtida a partir de imagem da ultrassonografia.
  - Dano muscular pela *Echo-intensity*: para tratamento do DM por imagem, foi utilizada a mesma metodologia utilizada por Chapman *et al.* (2008). Cada imagem foi digitalizada e analisada no *software* Image j. Em cada imagem foi delimitada uma região de interesse no músculo onde foi avaliada a alteração *echo-intensity* nos períodos pré, imediatamente após, 24h, 48h e 72h após a sessão de treinamento.
  - Perímetro do braço: valor da circunferência, medida com fita métrica, no ponto onde foi realizada a avaliação da espessura muscular e *echo-intensity*.
  - Amplitude articular: amplitude realizada pelo sujeito desde a extensão completa do cotovelo até a máxima flexão possível do cotovelo.
  - Dor muscular tardia: Para quantificação de dor muscular foi utilizada a metodologia adotada por Chen *et al.* (2007). O nível de dor muscular tardia (DMT) de cada sujeito foi avaliado usando uma escala visual de 100 mm de comprimento, onde uma extremidade (0 mm) representa “sem dor” e outra (100 mm) representa “muita dor”. Os sujeitos eram solicitados a marcar na escala o nível de DMT após realizar o movimento de extensão, bem como após a palpação da musculatura flexora de cotovelo.

- Pico de torque isométrico: produção de força isométrica voluntária máxima, a partir do valor do maior torque obtido e registrado pelo *software* do dinamômetro isocinético (Humac, 2003), em Nm, durante cinco segundos de contração voluntária máxima em ângulo ótimo de produção de força (90° de flexão do cotovelo).

## 3.6 Equipamentos

### 3.6.1 Equipamentos para Testes de Força

- Metrônomo modelo Wittner da marca Quartz: para o controle do ritmo de execução dos testes de 1RM.
- Goniômetro com resolução de 1° da marca Carci: para ajustar angulação das articulações no início dos testes de 1RM e para mensurar a amplitude de movimento;
- Banco Scott: para a realização dos exercícios de força e dos testes de 1RM;
- Dinamômetro isocinético modelo *Cybex Norm* (Ronkokoma, Nova York): para a realização dos testes isométricos.

### 3.6.2 Equipamentos para Mensurar Dano Muscular

- Ultrassom portátil da marca Philips, VMI, Indústria e Comércio Ltda. Lagoa Santa, MG, Brasil.
- *Software Image J*.

### 3.6.3 Equipamentos para Mensurar Espessura Muscular

- Ultrassom portátil da marca Philips, VMI, Indústria e Comércio Ltda. Lagoa Santa, MG, Brasil
- Gel solúvel em água, aplicado à pele;
- Transdutor de arranjo linear de 7,5MHz.
- Folhas de transparência: utilizado no mapa de avaliação de cada sujeito para marcação dos pontos da ultrassonografia.

### 3.6.4 Equipamentos para Mensurar Perímetro dos Braços

- Fita métrica (Pró Fisio Med) para mensurar o perímetro dos braços.

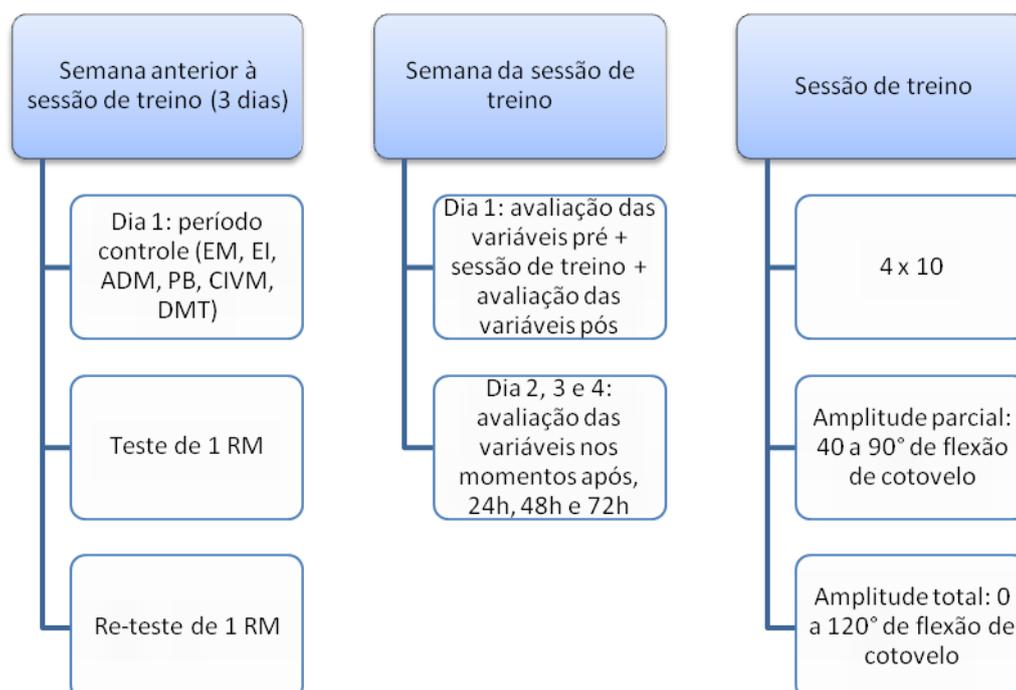
### 3.6.5 Equipamentos para Mensurar Amplitude Articular

- Goniômetro com resolução de 1º da marca Carci: para aferir a amplitude de movimento antes e depois das sessões de treino de força.

### 3.7 Protocolos de Avaliação

#### 3.7.1 Desenho Experimental do Estudo

Os sujeitos realizaram os seguintes procedimentos, divididos por semanas:



#### 3.7.2 Período Controle:

Na semana anterior às avaliações referentes à sessão de treinamento de força, foi assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 1) por todos os sujeitos interessados em compor a amostra. Foram realizadas as avaliações de todas as variáveis do estudo (espessura muscular, *echo-intensity*, perímetro dos braços, amplitude de movimento, dor muscular tardia, contração isométrica voluntária máxima) sem a influência do exercício. Os dados coletados nessa sessão de avaliação foram posteriormente comparados aos dados coletados no dia da sessão de treino, na condição “antes da sessão de treino”, para verificar a

reprodutibilidade das medidas.

### 3.7.3 Testes Realizados Anteriormente à Sessão de Treinamento de Força

Os testes pré-sessão de treino foram realizados uma semana antes da sessão do exercício de força. Foram necessárias três sessões para realização dos testes. Entre todas as sessões foram necessários intervalos de no mínimo 48h para recuperação dos indivíduos entre as sessões, a fim de minimizar as possibilidades de influência da fadiga, pois foram realizados testes máximos nesses dias.

- 1ª sessão: A primeira sessão foi destinada para a realização de ultrassonografia para avaliação da espessura muscular e da echo-intensity dos músculos BB e BQ, bem como o perímetro dos braços. Em seguida, foi realizada a avaliação da percepção subjetiva de dor e da amplitude de movimento, além dos testes no dinamômetro isocinético (teste isométrico máximo em ângulo de 90° de flexão do cotovelo). Os testes desta sessão foram realizados no Lapex da EsEF/UFRGS.
- 2ª sessão: Realização dos testes de 1RM para determinação da carga do exercício. Todos os testes foram realizados no exercício rosca bíceps Scott de forma unilateral, sendo que um membro realizou o teste em amplitude total e o outro em amplitude parcial. Essas avaliações e testes foram realizados na sala de musculação da EsEF/UFRGS.
- 3ª sessão: Realização do re-teste de 1RM.

#### *3.7.4 Testes Realizados Após a Sessão de Treino*

Após a determinação dos valores de referência das variáveis avaliadas e das cargas ideais a serem utilizadas no exercício, os sujeitos compareceram no laboratório para mais quatro sessões de avaliação, após o período controle. As avaliações aconteceram antes, imediatamente após a sessão de treino, bem como 24 horas, 48 horas e 72 horas pós-treino, para determinar o efeito do exercício sobre as variáveis dependentes. Foi realizada também a avaliação do perímetro dos braços, da amplitude de movimento, dor muscular tardia e da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) no dinamômetro isocinético. Esses testes foram realizados no Lapex da EsEF/UFRGS.

## 3.8 Procedimentos Metodológicos

### 3.8.1 Testes de 1RM

O teste de 1RM foi realizado em uma sessão e, em outro dia, foi feito o re-teste. O re-teste tem como objetivo minimizar os efeitos da aprendizagem do exercício para o teste de 1RM e foi realizado com o intervalo mínimo de 48h após o primeiro teste.

Para o aquecimento específico do exercício realizado antes do teste, os indivíduos fizeram uma série com 10 repetições utilizando a metade da carga inicial estimada para o teste e usando uma velocidade auto-selecionada. Depois desse aquecimento foram permitidos três minutos de repouso e logo após foi iniciado o teste.

Para determinar a carga inicial de cada indivíduo para a sessão do treino de força em amplitude total, foi usado o método de tentativa e erro, baseado nas informações do próprio avaliado. Ao atingir um número inferior a 10RM, a carga então foi corrigida pela tabela de Lombardi (Lombardi, 1989), obtendo-se desta forma a 1RM estimada. Esta carga foi novamente testada e, se necessário, o mesmo procedimento seria realizado, com um intervalo de no mínimo três minutos, assim se procedendo até a obtenção de 1RM real.

Os indivíduos foram orientados a realizar os exercícios com o maior número de repetições possível, não passando de 10 repetições, no ritmo de execução pré-determinado de dois segundos para cada fase, controlado por um metrônomo. Caso o indivíduo conseguisse realizar mais de 10 repetições o teste seria interrompido e observado um intervalo de pelo menos três minutos de repouso (KRAEMER, 2003; SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006). O procedimento foi repetido até ser encontrada a carga máxima com que o indivíduo conseguisse realizar apenas uma repetição. Não ultrapassou o número de cinco tentativas por sessão, para minimizar os efeitos da fadiga (SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006).

Para a determinação de 1RM em amplitude parcial de movimento, a carga estimada foi em torno de 40% a mais em relação à carga utilizada no 1RM em amplitude total (PINTO *et al.* 2011). O ritmo de execução foi de um segundo para a fase excêntrica e um segundo para a fase concêntrica, controlado por um metrônomo. A velocidade de execução foi reduzida à metade, se comparada à velocidade de execução em amplitude total, uma vez que a amplitude trabalhada também foi reduzida.

### 3.8.2 Testes Isométricos

Os testes de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) foram realizados no dinamômetro isocinético Cybex Norm. Foram realizados testes de CIVM dos flexores do cotovelo com duração de 5 segundos. O teste consistiu em três tentativas de CIVM em ângulo ótimo de produção de força da articulação, sendo 90° para flexão de cotovelo (considera-se 0° a extensão total da articulação). Entre cada tentativa foram observados dois minutos de intervalo, para minimizar o efeito da fadiga. Das três tentativas de cada teste foi utilizada aquela com maior valor de pico de torque para as análises.

Os sujeitos puderam visualizar suas curvas de torque no monitor do dinamômetro como *feedback* visual e durante todos os testes o sujeito foi motivado verbalmente para tentar obter seu melhor desempenho. O pico de torque isométrico foi definido como o pico da curva torque-tempo.

### 3.8.3 Avaliação da Espessura Muscular

A avaliação da espessura muscular (EM) foi feita por meio de imagem, sendo esta obtida em B-modo. Durante a avaliação da EM, os sujeitos permaneceram deitados com o membro avaliado estendido e relaxado. Para mensurar a EM dos músculos BB e BQ de cada indivíduo, foi utilizado um equipamento de ultrassom (Nemio XG, Toshiba). Um gel solúvel em água foi aplicado sobre o local da

avaliação e um transdutor de 7,5MHz foi posicionado perpendicularmente à musculatura avaliada.

Para o BB e BQ, o ponto de avaliação da espessura muscular foi o ponto correspondente a 60% da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo acromial (ABE et al., 2000). Para isso os sujeitos estavam posicionados em decúbito dorsal com os quadris e joelhos estendidos. Anteriormente aos testes no dinamômetro isocinético foram captadas três imagens desse ponto. A EM foi a distância entre o tecido subcutâneo e a aponeurose óssea e todas as imagens foram coletadas pelo mesmo avaliador.

#### *3.8.4 Avaliação do Dano Muscular por Ultrassonografia*

Avaliação do DM por ultrassonografia foi realizada a partir da metodologia utilizada por NOSAKA e NEWTON (2002) CHAPMAN et al. (2008) e CHEN et al. (2009). Para a obtenção das imagens foi utilizado aparelho de ultra-sonografia (Philips, VMI, Indústria e Comércio Ltda. Lagoa Santa, MG, Brasil), sendo a imagem obtida em B-modo. Durante a obtenção da imagem, os sujeitos permaneceram deitados com o membro avaliado estendido e relaxado. Um transdutor com frequência de amostragem de 7,5MHz foi posicionado de forma perpendicular sobre os músculos avaliados. Para a aquisição da imagem foi utilizado um gel à base de água. Após a identificação do tecido adiposo subcutâneo e o tecido ósseo na imagem do ultrassom, essa foi salva para análises subsequentes. Foram obtidas três imagens do ponto, como citado anteriormente. As escalas de cinza foram analisadas no *software* Image J.

#### *3.8.5 Avaliação da Circunferência do Braço*

Para avaliar a circunferência do braço, cada sujeito permaneceu na posição em pé, com o cotovelo estendido e o braço relaxado. O ponto demarcado para a avaliação da espessura muscular e *echo intensity* foram utilizados para a medição do perímetro. Sendo assim, com o uso de uma fita métrica, foi medida a circunferência de cada braço no ponto demarcado.

### 3.8.6 Avaliação da Amplitude Articular

A amplitude de movimento foi mensurada com o uso de um goniômetro, que foi alinhado na articulação do cotovelo com o braço relaxado ao lado do corpo. O sujeito era solicitado a flexionar o cotovelo o máximo que conseguisse, para determinar até que ângulo o indivíduo conseguia atingir.

### 3.8.7 Análise do Nível de Dor Muscular Tardia

Para quantificação de dor muscular foi utilizada a metodologia utilizada por CHEN et al. (2007; 2010). O nível de DMT da cada sujeito foi avaliado usando uma escala visual de 100mm de comprimento, onde uma extremidade (0mm) representa “sem dor” e outra (100mm) representa “muita dor”. Os sujeitos foram solicitados marcar na escala o nível de DMT após realizarem o movimento de flexão e extensão, bem como após a palpação da musculatura flexora de cotovelo. A palpação foi realizada pelo próprio indivíduo e trata-se de uma variável muito subjetiva.

## 3.9 Sessão de treino

A sessão de treinamento de flexão cotovelo foi realizada no mesmo banco Scott onde foi feito o teste de 1RM. Assim como as avaliações de todas as variáveis do estudo, a sessão de treino começou com o braço direito e, após as 4 séries de 10 repetições a 80% de 1RM, foi realizado o treino com o braço esquerdo.

Entre cada série foi observado o intervalo de um minuto. Na situação da amplitude total de movimento, o sujeito realizou as séries no ritmo de dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica. Já na condição de amplitude parcial de movimento, o sujeito realizou as séries no ritmo de um segundo para a fase concêntrica e um segundo para a fase excêntrica. A cadência foi controlada por um metrônomo digital da marca *Metronome*, versão 4.0.

#### 4. ANÁLISE ESTÁTISTICA

Para a análise dos dados foi utilizada primeiramente a estatística descritiva (média e desvio padrão). A normalidade das variáveis foi verificada através do Teste de Shapiro-Wilk.

Para verificar as diferenças significativas das médias das variáveis indiretas de dano muscular em diferentes momentos (pré-exercício, pós-exercício, 24 horas pós, 48 horas pós e 72 horas pós) dentro de cada grupo (período controle, amplitude total de movimento, amplitude parcial de movimento) recorreremos à ANOVA de Medidas Repetidas. As comparações foram feitas por meio da análise de variância de modelo misto (ANOVA) de 2 x 5 (amplitude [total x parcial] x [pre, 0h, 24, 48, 72h]). Quando o ANOVA mostrou um efeito significativo, o teste de post hoc de Bonferroni foi usado para identificar diferenças entre momentos. O valor de significância adotado foi de  $p < 0,05$  e os dados serão rodados no software SPSS versão 17.0.

## 5. RESULTADOS

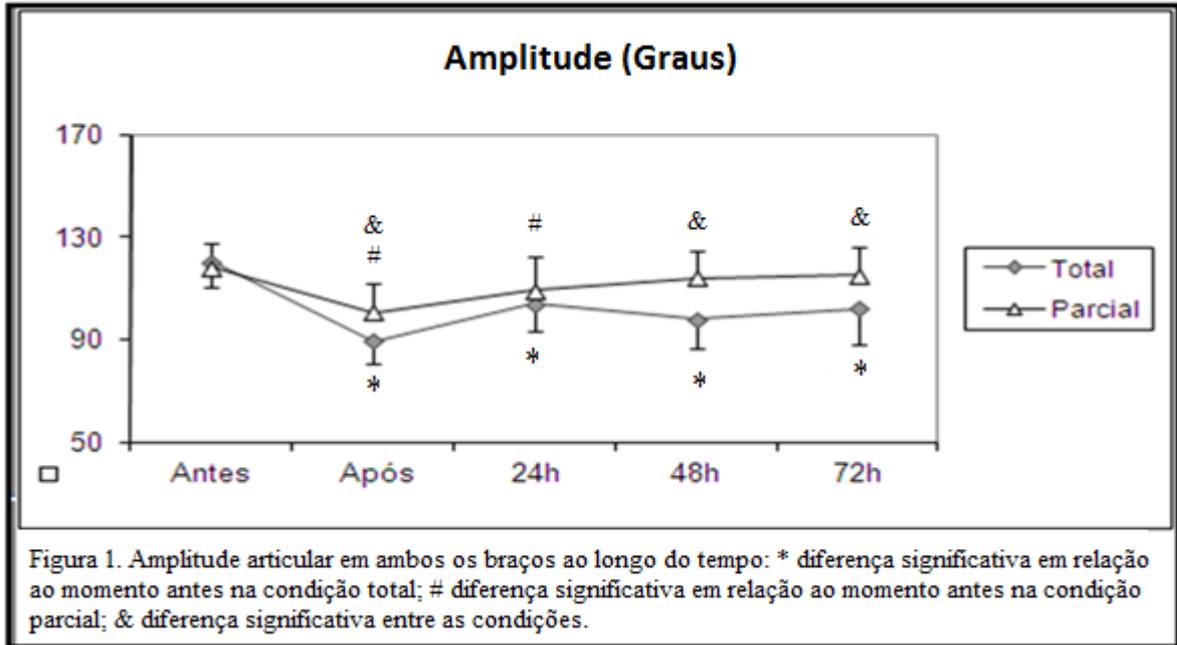
Não houve diferença significativa em nenhuma variável ao longo do tempo no período controle. Contudo, pudemos observar algumas diferenças entre as condições em amplitude total e parcial de movimento.

### 5.1 Amplitude

A figura 1 mostra o comportamento da amplitude articular de ambos os braços. Na condição de amplitude total de movimento, os momentos após (89,38  $\pm$ 9), 24h (103,82  $\pm$ 10,4), 48h (97,92  $\pm$ 11,3) e 72h (102,8  $\pm$ 13,7) foram significativamente diferentes do momento antes (120,42  $\pm$ 9,8). Portanto, após 72h os sujeitos não mostraram estar recuperados da sessão de treino de força realizado em amplitude total de movimento, uma vez que a medida do último dia ainda não estava perto dos valores encontrados na medida realizada antes da sessão de treino.

Na condição de amplitude parcial de movimento, os momentos após (100,67  $\pm$ 11,5) e 24h (109,15  $\pm$ 12,8) foram diferentes do momento antes (117,92  $\pm$ 9,4). Isso indica que a amplitude teve seu pico de diminuição nesses dois momentos, mas os sujeitos já encontravam-se com a amplitude inicial no momento de 72h pós sessão de treino de força na condição de amplitude parcial. Sendo assim, na condição de amplitude total, os indivíduos demoraram mais tempo para recuperar a amplitude inicial do que a condição parcial.

Já entre as condições, os momentos após, 48h e 72h mostraram ser significativamente diferentes. Portanto, na condição total houve uma maior diminuição da amplitude nesses três momentos.

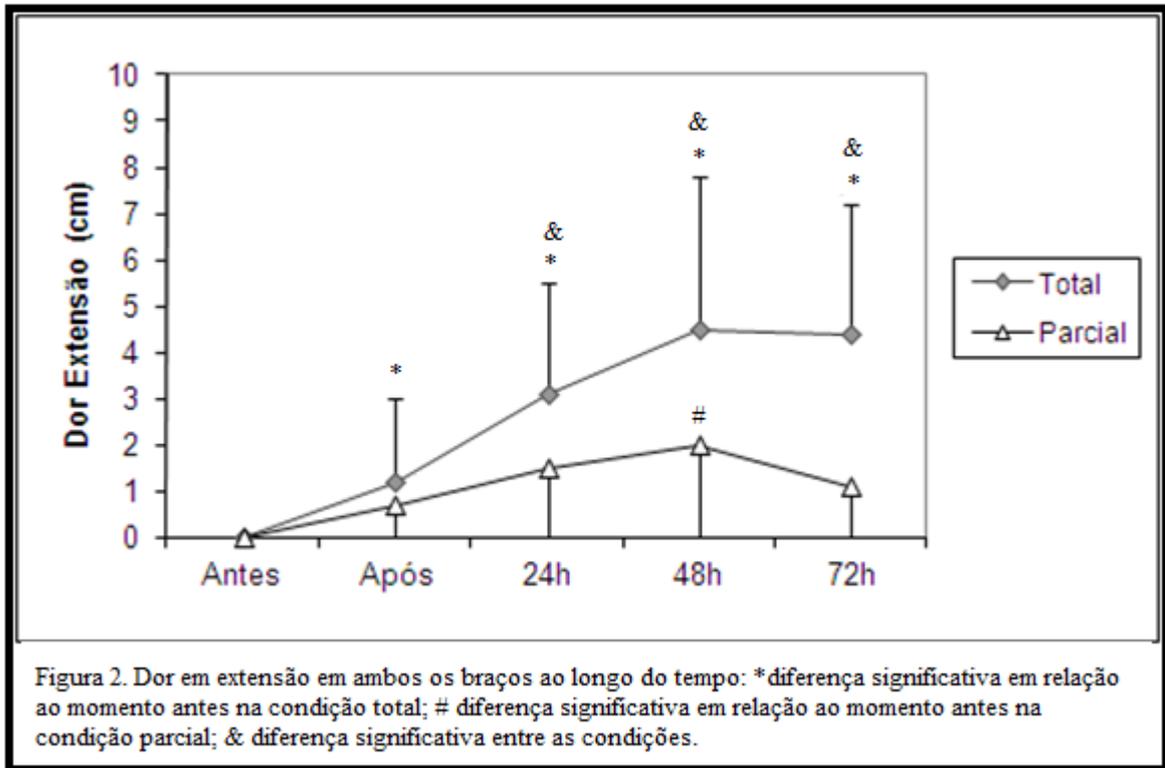


## 5.2 Dor em extensão

A figura 2 mostra o comportamento da dor em extensão de ambos os braços. Na condição de amplitude total de movimento, o período após ( $1,2 \pm 1,8$ ), 24h ( $3,1 \pm 2,4$ ), 48h ( $4,5 \pm 3,3$ ) e 72h ( $4,4 \pm 2,8$ ) foram significativamente diferentes do momento antes ( $0 \pm 0$ ).

Na condição parcial de movimento, os momentos após ( $0,7 \pm 0,9$ ), 24h ( $1,5 \pm 1,8$ ), 48h ( $2 \pm 2,3$ ) e 72h ( $1,1 \pm 1,6$ ) foram significativamente diferentes do momento antes ( $0 \pm 0,2$ ). Sendo assim, em ambas as condições os indivíduos mostraram sentir dor ao estender o cotovelo até o período de 72h, podendo concluir que o dano em relação a essa variável não estava completamente revertido.

Já entre as condições, os momentos 24h, 48h e 72h mostraram ser significativamente diferentes. Isso indica que a condição de amplitude total de movimento induziu maior dor em extensão nesses três momentos se comparados à condição de amplitude parcial de movimento.

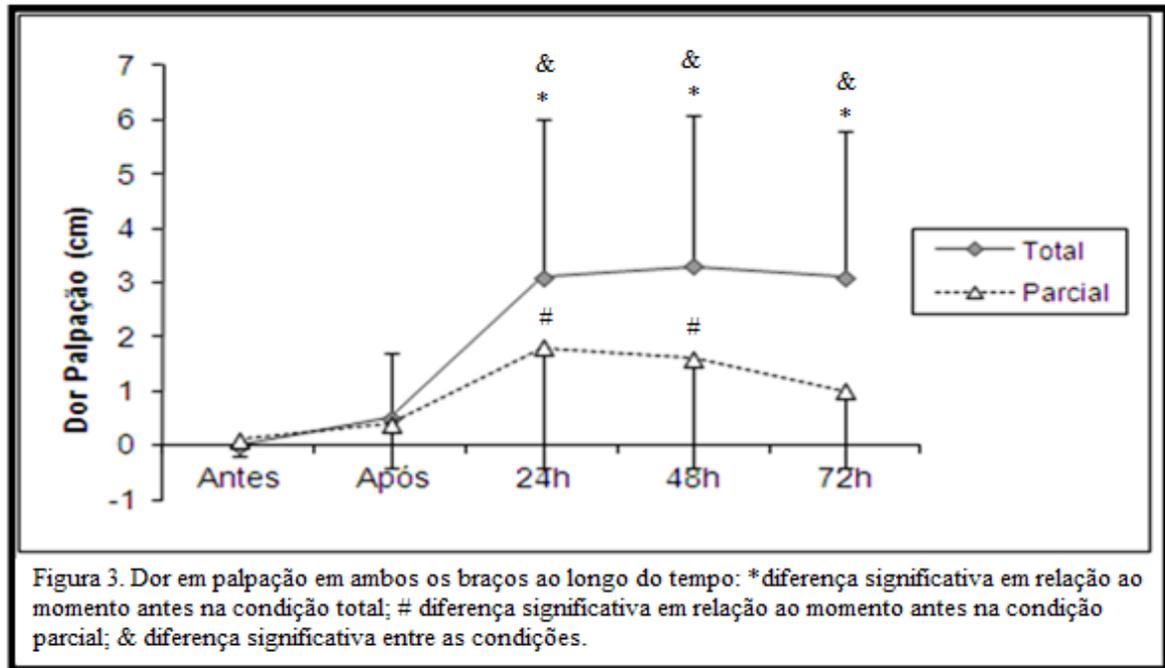


### 5.3 Dor em palpação:

A figura 3 mostra o comportamento da dor em palpação de ambos os braços. Na condição de amplitude total de movimento, os momentos 24h ( $3,1 \pm 2,9$ ), 48h ( $3,3 \pm 2,8$ ) e 72h ( $3,1 \pm 2,7$ ) foram significativamente diferentes do momento antes ( $0 \pm 0$ ), mostrando que os indivíduos ainda não estavam totalmente recuperados em relação à essa variável após 72h a realização do treino de força em amplitude total de movimento.

Na condição de amplitude parcial de movimento, os momentos 24h ( $1,8 \pm 2,2$ ) e 48h ( $3,3 \pm 2,8$ ) foram diferentes do momento antes ( $0,1 \pm 0,3$ ), mostrando que a dor em palpação foi maior nesses dois momentos. Uma vez que na condição de amplitude total de movimento mostrou um pico de dor em palpação ocorrendo até o momento 72h, esse resultado indica que, em relação a dor em palpação, a recuperação foi mais rápida na condição de amplitude parcial de movimento, pois no período de 72h a condição parcial já apresentava valores próximos aos de antes da sessão de treino.

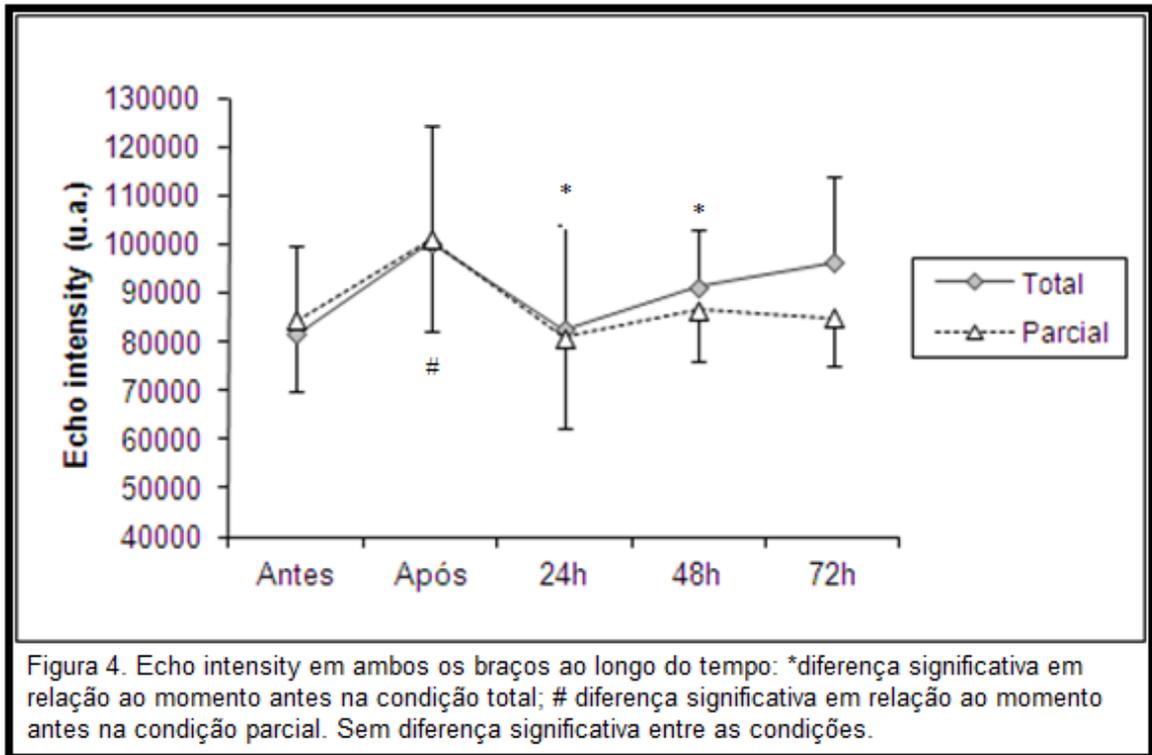
Já entre as condições, os momentos 24h, 48h e 72h mostraram ser significativamente diferentes. Portanto, na condição total houve maior aumento da dor em palpação nesses três momentos.



#### 5.4 Echo Intensity

A figura 4 mostra o comportamento da *echo intensity* em ambos os braços. Na condição de amplitude total de movimento, os momentos 24h ( $82607 \pm 21545$ ) e 48h ( $91284 \pm 11948$ ) foram significativamente diferentes do momento antes ( $81525 \pm 8263$ ), mostrando que o maior aumento da *echo intensity* ocorreu nesses dois momentos, começando a diminuir no período de 72h após a sessão de treino de força em amplitude total de movimento.

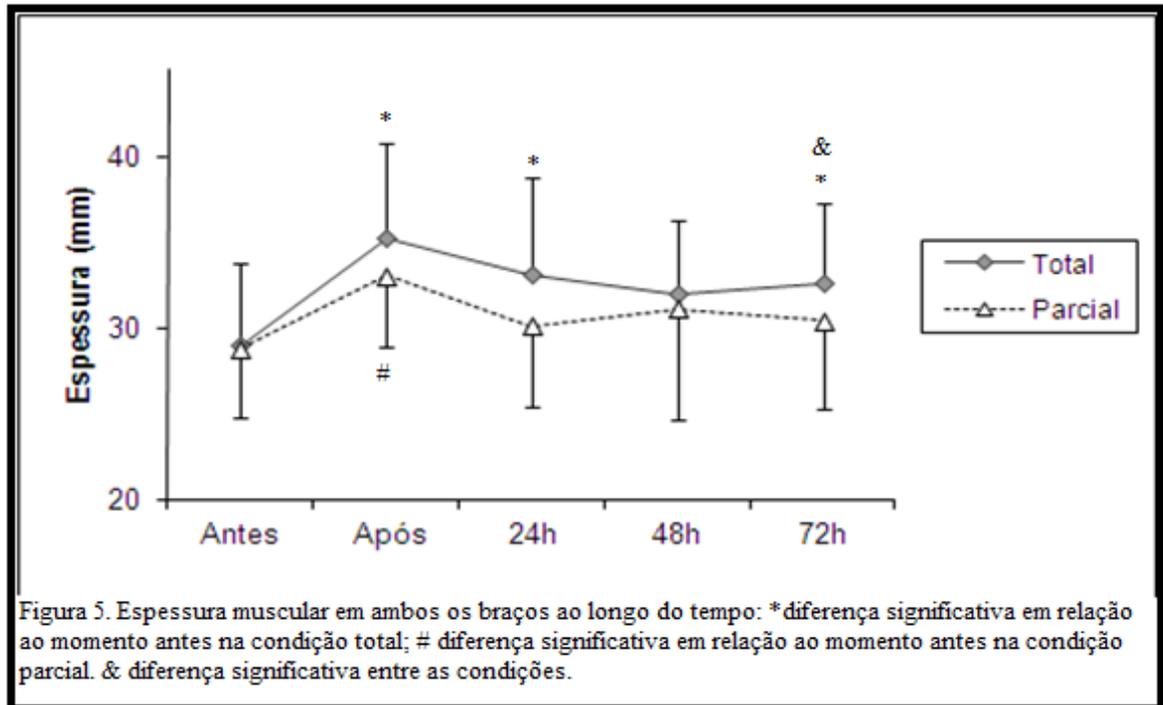
Já na condição de amplitude parcial de movimento, o momento após ( $101051 \pm 18860$ ) foi significativamente diferente do momento antes ( $84366 \pm 14583$ ), indicando que o momento após apresentou o pico de aumento da *echo intensity*, começando a diminuir no período de 24h após a sessão de treino de força em amplitude parcial de movimento. Já entre as condições, não houve diferença significativa.



### 5.5 Espessura Muscular:

A figura 5 mostra o comportamento da espessura muscular em ambos os braços. Na condição de amplitude total de movimento, os momentos após ( $35,19 \pm 5,6$ ), 24h ( $33,09 \pm 5,6$ ) e 72h ( $32,6 \pm 4,6$ ) foram significativamente diferentes do momento antes ( $28,95 \pm 4,8$ ). Já na condição de amplitude parcial de movimento, a diferença significativa em relação ao momento antes ( $28,81 \pm 4,1$ ) ocorreu no momento após ( $33,04 \pm 4,2$ ). Sendo assim, o pico do aumento da espessura nessa condição ocorreu no momento após.

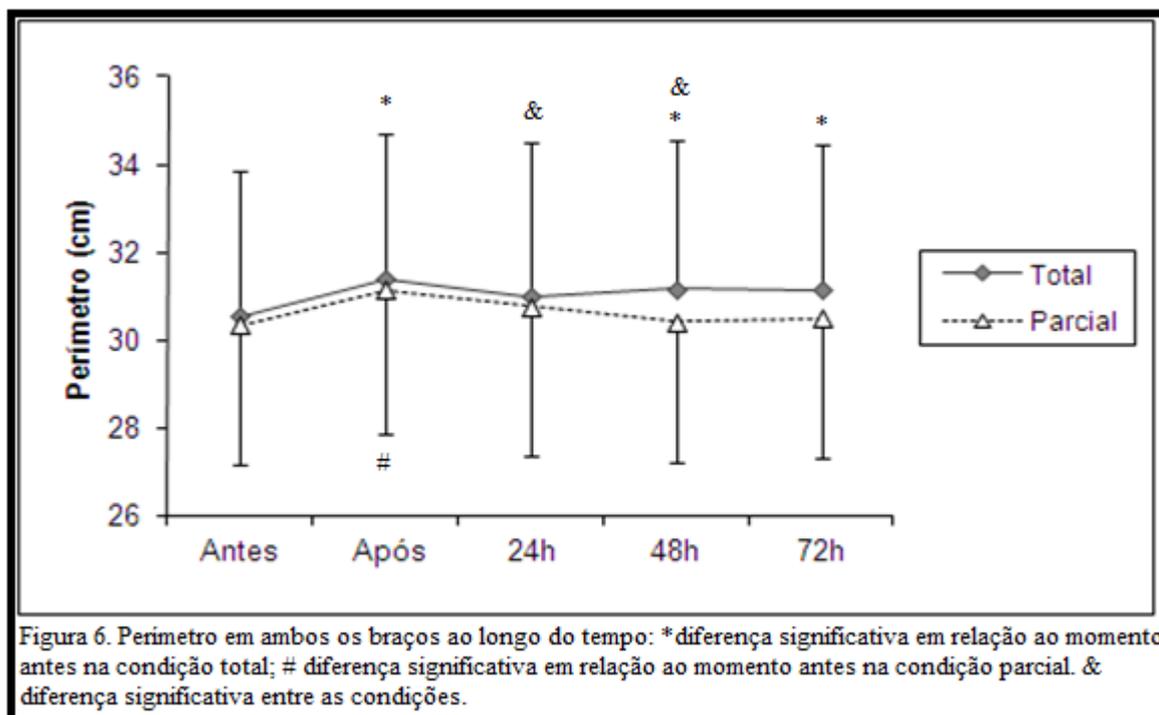
Entre as condições, só houve diferença significativa no momento 72h. Portanto, na condição total houve maior aumento da espessura muscular nesse momento.



## 5.6 Perímetro

A figura 6 mostra o comportamento do perímetro em ambos os braços. Na condição de amplitude total de movimento, os momentos após (31,4 ±3,3), 48h (31,17 ±3,4) e 72h (31,15 ±3,3) foram significativamente diferentes do momento antes (30,54 ±3,3). Na condição parcial, o momento após (31,15 ±3,3) foi significativamente diferente do momento antes (30,35 ±3,2), indicando que no momento imediatamente após a sessão de treino de força em amplitude parcial de movimento foi onde ocorreu o maior aumento do perímetro do braço.

Já entre as condições, os momentos 24h e 48h mostraram ser significativamente diferentes. Portanto, na condição total houve maior aumento do perímetro nesses três momentos.



## 5.7 Torque

A figura 7 mostra o comportamento do torque em ambos os braços. Na condição de amplitude total de movimento, os períodos após ( $48,83 \pm 15,7$ ), 24h ( $50,64 \pm 17,5$ ), 48h ( $50,67 \pm 16,4$ ) e 72h ( $50,25 \pm 18,9$ ) foram significativamente diferentes do período antes ( $68,42 \pm 13,5$ ).

Assim como na condição total, na condição de amplitude parcial de movimento, os momentos após ( $52,17 \pm 10,3$ ), 24h ( $55,55 \pm 14,2$ ), 48h ( $58 \pm 10,7$ ) e 72h ( $61,75 \pm 9,2$ ) foram significativamente diferentes do momento antes ( $68,33 \pm 11,3$ ). Isso indica que, em ambas as condições, mesmo após 72h da sessão do treino de força em amplitude total de movimento, os indivíduos não estavam totalmente recuperados em relação à variável torque muscular.

Já entre as condições, os momentos 48h e 72h mostraram ser significativamente diferentes. Portanto, na condição total houve menor recuperação do torque nesses dois momentos.

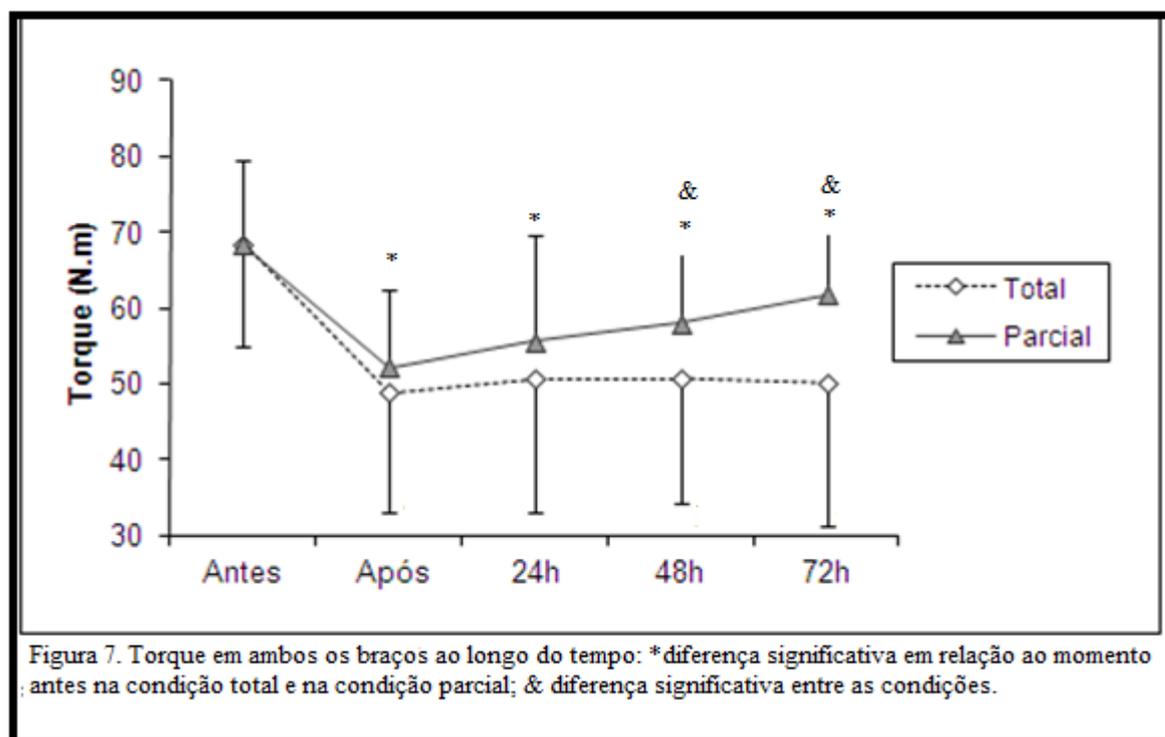


Figura 7. Torque em ambos os braços ao longo do tempo: \*diferença significativa em relação ao momento antes na condição total e na condição parcial; & diferença significativa entre as condições.

## 6. DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi comparar o efeito agudo do treino de força realizado em amplitude parcial e total de movimento no dano muscular induzido e na recuperação. Embora a *echo-intensity* não tenha mostrado diferença significativa entre as condições, todos os outros indicadores mostraram que o dano muscular foi maior na condição de amplitude total de movimento, mesmo que o treino nesta condição tenha ocorrido com uma carga 25% menor do que a carga utilizada na condição parcial. Esses resultados evidenciam que o treino de força realizado em amplitude total de movimento induziu um maior dano muscular nos músculos flexores do cotovelo se comparado ao treino de força realizado em amplitude parcial de movimento. Isso mostra que a amplitude utilizada no treino de força tem uma influência no dano muscular, e não somente a carga utilizada, uma vez que o grupo com maior dano muscular (AT) treinou com quase metade da carga do grupo com menor dano muscular (AP).

Em relação aos indicadores diretos e indiretos de dano muscular, os resultados encontrados corroboram com o estudo de Clarkson e Hubal (2002), que mostra uma falta de sincronia nos picos de dano muscular dos diferentes indicadores. Nesse estudo de revisão, é visto que a dor muscular tardia atinge o seu pico no período de 24h e 48h após o exercício de força, enquanto que a força tem seu maior decréscimo no período imediatamente após e 24h após o exercício e o efeito inflamatório que gera o inchaço e o edema muscular tem seu pico no período imediatamente após o exercício. Nessa perspectiva, o presente estudo também demonstrou esse comportamento nos indicadores de dano muscular, embora o torque não tenha tido diferença significativa entre os momentos após a sessão de treino.

Por ser um estudo original, são escassos na literatura estudos que se aproximem do objetivo proposto. Um estudo que se assemelha ao mesmo é o de Nosaka e Sakamoto (2001), onde observaram o dano muscular induzido por dois tipos de treinamentos em duas condições de amplitudes parciais de movimento, no qual uma das condições era uma amplitude mais encurtada e a outra era uma amplitude mais alongada. O dano muscular foi induzido por meio de 24 ações excêntricas máximas dos flexores do cotovelo, onde um braço realizava a condição encurtada e o outro braço, a condição alongada. Ao analisar a contração isométrica

voluntária máxima, a amplitude de movimento, a dor muscular tardia, a creatina quinase plasmática, o perímetro do braço, a espessura muscular e a echo intensity, os autores concluíram que a condição mais alongada induziu um maior dano muscular, indo ao encontro de nossos resultados. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de que, nas ações excêntricas, temos um alongamento muscular, onde os sarcômeros são alongados ativamente, diminuindo a sobreposição dos miofilamentos. Ao terminar essa ação excêntrica, alguns miofilamentos voltam a se sobrepor. Porém, ao adicionar uma sobrecarga a essas ações musculares, alguns sarcômeros dispostos em série podem romper no momento em que são alongados de forma excessiva, sem que os miofilamentos voltem a se sobrepor (BARROSO et al, 2005). Sendo assim, a amplitude na qual o treinamento de força é realizada parece ser um fator importante na magnitude do dano muscular induzido pelo exercício.

Embora não tenham sido encontrados muitos estudos que verifiquem os efeitos agudos do treinamento de força em diferentes amplitudes, há um número maior de estudos que verificaram o efeito crônico desse tipo de treino. No trabalho de Massey *et al* (2006), 29 mulheres foram divididas em três grupos de treino: amplitude total de movimento, amplitude parcial de movimento e amplitude combinada, onde os indivíduos mesclavam repetições em amplitudes totais e parciais, servindo como grupo controle. O treinamento ocorreu duas vezes por semana durante 10 semanas e o exercício realizado foi o supino plano. Foram avaliados o 1RM desse exercício pré e pós 10 semanas de treino de força. Nos resultados encontrados, o grupo que treinou em amplitude total de movimento teve um maior aumento nos valores de uma repetição máxima no exercício supino plano.

Corroborando com o estudo citado acima, Pinto *et al* (2011) compararam o treino de força de flexão de cotovelo no banco Scott, realizado em amplitude parcial e total de movimento. Para isso, 40 sujeitos homens treinaram duas vezes por semana por 10 semanas, e foram divididos nos grupos de amplitude total de movimento, parcial de movimento e controle (sem treino). Foram avaliados a espessura muscular e o 1RM pré e pós 10 semanas de treino. O grupo que treinou em amplitude total de movimento também teve um maior aumento dos valores de uma repetição máxima, enquanto que os valores de espessura muscular não diferiram entre os grupos.

Portanto, com os resultados do presente estudo, pode-se especular uma

possível justificativa para os maiores aumentos de força encontrados nos estudos citados acima: os grupos que treinaram cronicamente na condição de amplitude total podem ter tido um maior dano muscular causado no treinamento executado nesta condição, levando à maiores adaptações crônicas.

Nessa perspectiva, podemos concluir que o treino de força que trabalha toda a amplitude de movimento parece ser mais intenso do que o treino de força realizado com amplitude parcial de movimento. Isso devido ao maior dano muscular evidenciado pelo presente estudo e pelos efeitos crônicos, como os ganhos de força, sugeridos por outros estudos (PINTO et al, 2011, MASSEY et al, 2006). Além disso, observamos que o treino de força realizado em uma amplitude maior de movimento induz a um dano muscular maior do que o treino de força realizado em amplitude parcial de movimento devido ao maior alongamento muscular, havendo a diminuição da sobreposição das miofibrilas e aumentando a chance do sarcômero romper (BARROSO et al, 2005).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBERT, M. Treinamento excêntrico em esportes e reabilitação. Manole, 2002.
2. ALLEN, D. G. Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. *Acta Physiologica Scandinava*, v. 71, p. 311-319, 2001.
3. ARMSTRONG, R. B. Initial events in exercise-induced muscular injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 22, n.4, p. 429-435, 1990.
4. BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 13 (2), p. 111-122, 2005.
5. BASSIT, R. A.; PINHEIRO, C. H. J.; VITZEL, K. F.; SPROESSER, A. J., SILVEIRA, L. R.; CURI, R. Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. *European Journal of Applied Physiology*, v. 108, p. 945-955, 2010.
6. BYRNE, C.; TWIST, C.; ESTON, R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports Medicine*, v. 34, p. 49-69, 2004.
7. CHANG, Y.; SU, F.; WU, H.; AN, K. Optimum Length of muscle contraction. *Clinical Biomechanics*, v. 14, p. 537-542, 1999.
8. CHAPMAN, D.; NEWTON, M.; SACCO, P.; NOSAKA, K. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, v. 27, p. 591-598, 2006.
9. CHEN, T. C.; LIN, K.; CHEN, H.; LIN, M.; NOSAKA, K. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. *European Journal*

- of Applied Physiology, v. 111, p. 211-223, 2011.
10. CHEN, T. C.; NOSAKA, K.; SACCO, P. Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle and the magnitude of repeated-bout effect. *Journal of Applied Physiology*, v. 102, p. 992-999, 2007.
  11. CHEN, T. C.; SACCO, P. Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle, and the magnitude of repeated-bout effect. *Journal of Applied Physiology*, v. 102, p. 992-999, 2007.
  12. CLEAK, M. J.; ESTON, R. G. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *British Journal of Sports Medicine*, v. 26 (4), p. 267-272, 1992.
  13. CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 81, p. S52-S69, 2002.
  14. CLARKSON, P. M.; SAYERS, S. P. Etiology of exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, v. 24 (3), p. 234-248, 1999.
  15. ENOKA, R. M. *Bases Neuromecânicas da Cinesiologia*. Manole, São Paulo, 2000.
  16. FLECK, J. S.; KRAEMER W. J. *Fundamentos do treinamento de força muscular 3ª ed.* Porto Alegre. Artmed, 2006.
  17. FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 9 (1), p. 101-106, 2007.
  18. GRAVES, J. E.; POLLOCK, M. L.; JONES, A. E.; COLVIN, A. B.; LEGGETT, S. H. Specificity of limited range of motion variable resistance training. *Medicine Science in. Sports Exercise*, v. 21(1), p. 84 – 89, 1988.

19. HATFIELD, D. L et al. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20(4), p. 760-766. 2006.
20. HOWATSON, G.; SOMEREN, K. A. V. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, v. 38 (6), p. 485-503, 2008.
21. HOWATSON, G.; SOMEREN, K. V.; HORTOBÁGYI, T. Repeated bout effect after maximal eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, v. 28, p. 557-563, 2007.
22. KITAI, D.; SALE, D. Specificity of joint angle in isometric training. *European Journal of Applied Physiology*. v., 58, p. 744-748, 1989.
23. KRAEMER, W. J. Exercise prescription in weight training: manipulating program variables. *Strength and Conditioning Journal*, v. 5, n.3, 1983.
24. KRAEMER, W. J. Strength training basics: Designing workouts to meet patients' goals. *The Physician and Sportsmedicine*, v. 31(8). 2003
25. LAVENDER, A. P.; NOSAKA, K. A light load eccentric exercise confers protection against a subsequent bout of more demanding eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 11, p. 291-298, 2008.
26. LINDH, M. Increase of muscle strength from isometric quadriceps exercises at different knee angles. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 11, p.33-36, 1979.
27. MASSEY, D. C.; VICENT, J.; MANEVAL, M.; MOORE, M.; JOHNSON, J. T. An Analyses of Full Range of Motion vs. Partial Range of Motion Training in the Development of Strength in Untrained Men. *Journal of Strength Conditional*

- Research, v. 18 (3), p. 518-521, 2004.
- 28.MCNAIR, J. P.; STANLEY, S. Quadriceps Muscle Training in a Restricted Range of Motion: Implications for Anterior Cruciate Ligament Deficiency. Archives of Physical. Medicine and Rehabilitation, v. 77, p. 582-585, 1996.
- 29.NEWTON, M. J.; MORGAN, G. T.; SACCO, P.; CHAPMAN, D. W.; NOSAKA, K. Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 22 (2), p. 597-607, 2008.
- 30.NOSAKA, K.; NEWTON, M. Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 16, p. 202-208, 2002.
- 31.NOSAKA, K.; NEWTON, M. J.; SACCO, P. Attenuation of protective effect against eccentric exercise-induced muscle damage. Journal of Applied Physiology, v. 30 (5), p. 529-542, 2005.
- 32.NOSAKA, K.; SAKAMOTO K.; NEWTON M.; SACCO P. How long does protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 33, p. 1490–1495, 2001.
- 33.NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K. Effect of elbow joint angle on the magnitude of muscle damage to the elbow flexors. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2001.
- 34.ROCHA, C. S. S.; VAZ, M. A. Exercício excêntrico e sua aplicação na reabilitação Perspectiva, v.29, n.105, p.75-86, 2005.
- 35.SULLIVAN, J. J.; KNOWLTON, G. R.; DeVITA, P.; BROWN, D. D., Cardiovascular response to Restricted Range of Motion Resistance Exercise. Journal of Strength Conditional Research, v. 10(1), p. 3-7, 1996.

## ANEXOS

### ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu,

\_\_\_\_\_, portador do documento de identidade número \_\_\_\_\_, concordo voluntariamente em participar do estudo “**Dano muscular causado pelo exercício flexão de cotovelos no banco Scott realizado em amplitude total e parcial de movimento**”, que envolverá exercícios de força com a utilização de pesos adicionais. Nessa perspectiva, entendo que os testes que realizarei têm por objetivo avaliar o dano muscular causado pelo exercício de força realizado em diferentes amplitudes de movimento. Assim como entendo que realizarei o exercício rosca bíceps Scott em amplitude total e em amplitude parcial de movimento.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido sob a coordenação do professor Ronei Silveira Pinto e executado pela aluna de graduação Amanda Stortti Peruzzolo e estou ciente de que as informações obtidas no decorrer desta investigação serão utilizadas na construção do projeto de iniciação científica da graduanda Amanda Stortti Peruzzolo, e que todas as informações dos indivíduos avaliados utilizadas deverão ser mantidas em sigilo.

Eu, por meio deste, autorizo a realizarem os seguintes procedimentos:

- Aplicação de um questionário específico sobre histórico de atividade física e de saúde;
  
- Uma sessão de realização do exercício Rosca Bíceps Scott;

- Teste de força máxima (1RM), de resistência muscular (10RM) de flexão de cotovelo antes da sessão de exercícios de força;

- Testes de contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de flexão do cotovelo no dinamômetro isocinético, no ângulo ótimo de produção de força. Serão realizados antes dos exercícios de força, 24 horas, 48 horas e 72 horas após o exercício.

- Teste de economia muscular dos flexores do cotovelo no dinamômetro isocinético, no ângulo ótimo de produção de força. Será realizado antes dos exercícios de força, 24 horas, 48 horas e 72 horas após o exercício.

- Avaliação da espessura muscular e da echo-intensity dos flexores do cotovelo antes da realização do exercício de força, 24 horas, 48 horas e 72 horas após o exercício.

- Avaliação da dor muscular através da percepção subjetiva, antes da realização dos exercícios de força, 24 horas, 48 horas e 72 horas após os exercícios.

- Medição do perímetro do braço antes da realização do exercício de força, 24 horas, 48 horas e 72 horas após o exercício.

Entendo que o professor Ronei Silveira Pinto e a graduanda Amanda Stortti Peruzzolo irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a estes procedimentos pelos telefones (51)3308-5894 e/ou (51)8407-2299.

Entendo que durante os testes nos exercícios de força poderá haver riscos, desconforto e cansaço muscular temporário, havendo possibilidade de mudanças anormais de minha frequência cardíaca e pressão sanguínea durante os testes e período de treinamento. Porém, entendo que posso interromper os testes e treinamento a qualquer momento, sob meu critério.

Entendo que não haverá compensação financeira pela minha participação no

estudo.

Entendo que os dados relativos à minha pessoa serão confidenciais e caso sejam publicados, os dados não serão associados a minha pessoa.

Estou ciente de que estará disponível uma linha telefônica para Assistência Médica de Emergência 192, assim como o professor Ronei Silveira Pinto e a graduanda Amanda Storti Peruzzolo se responsabilizarão por qualquer assistência, quando necessária.

Entendo ainda que, caso julgue ter havido a violação de algum dos meus direitos, poderei fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 3308.3629.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nome completo: \_\_\_\_\_

Assinatura : \_\_\_\_\_