

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - FEF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**Efeitos de Diferentes Exercícios Resistidos no Dano
Muscular dos Flexores do Cotovelo em Indivíduos
Treinados: Compostos vs Isolados**

Saulo Rodrigo Sampaio Soares

BRASÍLIA
2013

Efeitos de Diferentes Exercícios Resistidos no Dano Muscular dos Flexores do Cotovelo em Indivíduos Treinados: Compostos vs Isolados

Saulo Rodrigo Sampaio Soares

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Martim F. Bottaro Marques

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me iluminado nos caminhos que escolhi a partir do momento que decidi sair do seio de minha família e da minha cidade para realizar o sonho de fazer o curso de Mestrado em Educação Física. Obrigado meu Deus pela sabedoria e coragem para tomar decisões difíceis, porém, acertadas no decorrer do curso.

Agradeço imensamente à minha família, aos meus pais, irmã e tia que sem medir esforços e transpondo montanhas sempre me apoiaram e incentivaram a seguir meus caminhos profissionais e pessoais. Obrigado por acreditarem em mim!! A realização deste sonho e este trabalho não seriam possíveis sem vocês. Eternamente grato!

Agradeço fielmente aos meus amigos de Aracaju – SE (RSFA; CCPA) e aos meus eternos alunos de personal (Sávio Prado, Joanes e Suely Gama) por sempre me apoiarem nos momentos de alegria e tristeza, de confusão e lucidez. A distância não nos separou!!

Meus agradecimentos à minha amiga Bárbara da Rocha e família pelo apoio incondicional para seguir minha trajetória aqui em Brasília. Muito Obrigado!

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Martim Bottaro pela confiança, pela motivação, humildade e aprendizado. Obrigado por acreditar em mim e nas minhas idéias ao longo do curso.

Meus agradecimentos à família Academia Malhart. Obrigado ao Paulo Gentil, Elke e Kiko pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

Agradeço às amigadas verdadeiras que construí aqui em Brasília. Meu muito obrigado por serem fontes inesgotáveis de motivação e alegria. Especial agradecimento à minha namorada Renata Ferreira e amigos José Américo, André Soares, Silvana Marinho, Flavinha Vanessa e Guilherme.

Por fim, não posso deixar de agradecer aos meus, sempre motivados, amigos do Laboratório da Força pelo aprendizado, companheirismo e parceria nos estudos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Ativação Muscular.....	4
3.1.1 Efeitos Crônicos.....	7
3.2 Dano Muscular.....	8
3.2.1 Efeitos Agudos.....	8
3.2.2 Efeitos Crônicos.....	12
3.2.3 Efeito da Carga Repetida e Recuperação Muscular.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Amostra.....	19
4.2 Procedimentos Experimentais.....	20
4.2.1 Avaliação Antropométrica.....	20
4.2.2 Avaliação da Dor Muscular Tardia.....	20
4.2.3 Circunferência do Braço.....	21
4.2.4 Teste de 10 RM	21
4.2.5 Protocolo Experimental de Treinamento Resistido.....	23
4.2.6 Avaliação do Pico de Torque Isométrico no Dinamômetro Isocinético....	25
4.2.7 Procedimentos Estatísticos.....	26
5. RESULTADOS	27
5.1 Amostra.....	27
5.2 Volume da Sessão de Treino	27
5.3 Pico de Torque.....	28
5.4 Dor muscular tardia.....	30
5.5 Circunferência de Braço.....	32
6. DISCUSSÃO	33
7. CONCLUSÕES	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
9. LISTA DE ANEXOS	48
ANEXO I.....	48
ANEXO II.....	52

ANEXO III.....53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Característica da amostra que completou o estudo. Pág. 27.

Tabela 2. Distribuição do número de repetições, em cada série, de cada exercício. Pág. 28.

Tabela 3. Distribuição do Pico de Torque (N.m) de cada exercício ao longo da recuperação. Pág. 30.

Tabela 4. Distribuição da dor muscular em cada exercício ao longo da recuperação. Pág. 31.

Tabela 5. Distribuição da Circunferência do Braço ao longo da Recuperação. Pág. 32.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Escala Análoga Visual para avaliação da dor muscular tardia. Pág. 20.
- Figura 2.** Rosca Bíceps Unilateral no Banco Scott com Halter. Pág. 22.
- Figura 3.** Remada Supinada na Máquina. Pág. 23.
- Figura 4.** Delineamento Experimental. Pág. 24.
- Figura 5.** Pico de Torque Isométrico no Dinamômetro Isocinético. Pág. 26.
- Figura 6.** Gráfico número de repetições por exercício. Pág. 28.
- Figura 7.** Gráfico Pico de Torque ao longo da recuperação. Pág. 29.
- Figura 8.** Gráfico para Dor Muscular Tardia ao longo da recuperação. Pág. 31.
- Figura 9.** Gráfico para Circunferência do Braço ao longo da recuperação. Pág. 32.

RESUMO

OBJETIVO: Avaliar os efeitos de dois tipos exercícios resistidos (i.e. composto v.s. isolado) nas respostas de dano muscular dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados. **MÉTODOS:** 11 homens treinados ($24,5 \pm 5,5$ anos; $81,8 \pm 9,1$ kg; $175,1 \pm 5,0$ cm) com tempo de experiência médio em treinamento de força de 6 anos, participaram de duas situações experimentais envolvendo exercícios compostos e isolados. Os voluntários realizaram em um dos braços o exercício composto (Remada na Máquina; RM), enquanto no braço contralateral foi realizado o isolado (Rosca Bíceps Banco Scott; RB). O protocolo experimental constituiu de 8 séries com carga avaliada para 10 repetições máximas nas duas situações. Foi dado intervalo de 2 minutos entre séries e 10 minutos entre os braços. A velocidade de execução adotada foi de 1 segundo para a fase concêntrica e 3 segundos para excêntrica. Os indicadores de dano muscular analisados foram: 1) Pico de Torque Isométrico; 2) Dor Muscular Tardia e 3) Circunferência de Braço. Esses indicadores foram mensurados em repouso (T0), imediatamente após (T10) e nos quatro dias ao longo da recuperação (T24h, T48h, T72h e T96h). **RESULTADOS:** Na situação RB, o PT recuperou dentro de 48h ($p > 0,05$), enquanto, na RM a recuperação se deu em 24h ($p > 0,05$). Apesar disso, a única diferença entre as situações foi no momento imediatamente após o treino, com maior declínio no PT na situação RB ($p < 0,001$). A dor muscular tardia voltou aos valores basais dentro de 96h ($p = 0,311$) na RB, enquanto, na RM levou 72h ($p = 0,141$). No entanto, todos os valores para T24h, T48h e T72h foram significativamente maiores para RB em relação à RM. Não foram encontradas alterações para circunferência do braço em ambas as situações. **CONCLUSÃO:** A situação RB foi mais fatigante para os flexores do cotovelo quando comparado a RM, levando mais tempo para se recuperar do dano.

Palavras chaves: Escolha de Exercícios, Treinamento de Força, Dano Muscular.

ABSTRACT

PURPOSE: To investigate the effects of two types of resistance exercise on elbow flexors muscle damage responses in resistance trained men. **METHODS:** Eleven resistance trained men ($24,5 \pm 5,5$ years; $81,8 \pm 9,1$ kg; $175,1 \pm 5,0$ cm) who had an average of six years of experience in strength training participated two different resistance experimental protocols involving multi-joint and single-joint exercises. All subjects were randomly assigned to perform in one arm only multi-joint exercise (i.e. Machine Seated Row; MJ) and in contralateral arm, only single-joint exercise (i.e. Dumbbell Biceps Curl on Scott Bench; SJ). The experimental protocol consisted of 8 sets at 10 repetition maximum load of the elbow flexors muscle in each exercise. The rest interval was 2 minutes between sets and 10 minutes between arms. The speed of motion was 1 second for the lifting phase and 3 seconds for the lowering. The indicators of muscle damage were: 1) Maximum Isometric Peak Torque (PT); 2) Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS); and 3) Upper Arm Circumference (UAC). These measures were recorded at baseline (T0), immediately after exercise (T10), and 24 (T24h), 48 (T48h), 72 (T72h) and 96 hours (T96h) after exercise. **RESULTS:** The condition SJ recovered PT at 48h after exercise ($p > 0,05$), while, in the MJ the full recovery was in 24h ($p > 0,05$). Nevertheless, the only difference between conditions was in T10, with greater loss in PT at SJ ($p < 0,001$). The DOMS returned to the baseline values at 96h in SJ ($p = 0,311$), while, in MJ spent 72h ($p = 0,141$). However, all values of DOMS were significantly higher for SJ regarding to MJ at T24h, T48h and T72h. No changes were found for UAC in both conditions. **CONCLUSIONS:** The SJ condition was more stressful for elbow flexors muscles than MJ, taking more time to recovery from muscle damage.

Key words: Exercise Selection, Strength Training, Muscle Damage.

1. INTRODUÇÃO

A musculação ou treinamento de força (TF) tem sido recomendado por diversos autores e cientistas como peça fundamental em programas de atividade física (Kraemer *et al.* 2002; Ratamess *et al.* 2009). Para maximizar os resultados, os programas de TF devem ser baseados em princípios científicos que consideram a manipulação e combinação de diversas variáveis, dentre as quais se pode destacar o número de séries, o intervalo de recuperação entre séries, a carga, a frequência de treinamento, a velocidade de execução, a ordem e escolha dos exercícios (Tan 1999; Kraemer e Ratamess 2004).

A escolha dos exercícios é uma das variáveis menos questionadas e que tem recebido pouca atenção pela comunidade científica no momento de definir uma relação com os resultados obtidos por um programa de treino. Em termos gerais, é comum classificar os exercícios resistidos de acordo com a quantidade de articulações envolvidas no movimento: multiarticulares ou compostos e, uniarticulares ou isolados, (Kraemer e Ratamess 2004). Durante a execução do exercício resistido, alguns músculos são definidos como motores primários enquanto outros como acessórios. Essa definição muitas vezes está associada com o grau de ativação muscular durante o exercício. Por exemplo, quando se executa o exercício de puxada alta, o músculo latíssimo dorsal é frequentemente mais ativado que outros músculos como o bíceps braquial, trapézio medial e peitoral maior (Signorile *et al.* 2002; Sperandei *et al.* 2009; Lusk *et al.* 2010).

Alguns autores sugerem que os exercícios isolados promovem ganhos mais acentuados de massa muscular, por serem mais simples de serem aprendidos e, portanto, terem menor dependência de fatores neurais (Rutherford e Jones 1986; Chilibeck *et al.* 1998). Já para o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), exercícios compostos são mais efetivos que os de isolamento em promover ganhos de força muscular, pois, com estes, quantidades de carga maiores podem ser levantadas (Kraemer *et al.* 2002; Ratamess *et al.* 2009).

Nos centros de treinamento desportivo e nas salas de musculação, é comum se basear na crença de que o exercício escolhido irá recrutar ou ativar, preferencialmente, determinado grupamento muscular ou até mesmo segmentos do

mesmo músculo. Como consequência, é comum verificar o uso de diferentes variações de posicionamento dos membros com o intuito de afetar o desempenho muscular de atletas e praticantes de TF (Clemons & Aaron, 1997; Gouvali e Boudolos 2005; Irish *et al.* 2010; Trebs *et al.* 2010). Na contra mão desses achados, há estudos que indicam que as medidas de ativação muscular podem não refletir os estresse fisiológico imposto ao músculo (Takahashi *et al.* 1994; Prior *et al.* 2001).

Uma vez submetido a um protocolo de TF de alta intensidade, os músculos esqueléticos são capazes de se adaptar aos estímulos através da sobrecarga mecânica (Jones and Rutherford, 1987; Morgan and Allen, 1999; Bamman *et al.* 2001; Holm *et al.* 2008; Váczi *et al.* 2011; Burd *et al.* 2012), do dano muscular (Newton *et al.* 2008; Dartnall *et al.* 2009) e estresse metabólico (Lanza *et al.* 2006; Wernbom *et al.* 2008; Tee *et al.* 2007; Schoenfeld, 2013) imposto pelo treino.

Pensando nisso, técnicos e preparadores físicos têm escolhido exercícios isolados (i.e. rosca bíceps) com a suposição de que esses exercícios impõem um maior dano muscular e, conseqüentemente, uma maior hipertrofia. No entanto, exercícios compostos que também utilizam os flexores do cotovelo como motor secundário (i.e. remada) pode causar um estresse nessa musculatura. Recentemente, Gentil *et al.* (2013) mostrou que o fato de adicionar rosca bíceps em um treino de puxada não aumenta os ganhos de força e hipertrofia nos flexores do cotovelo em iniciantes em TF. É possível que os exercícios compostos possam causar um estresse similar nos músculos motores secundários quando comparado com o isolado dessa mesma musculatura em iniciantes. Porém, é desconhecida a aplicabilidade dos compostos em indivíduos avançados. Isto é, indivíduos avançados precisariam de exercícios isolados? Assim sendo, não se sabe ao certo quais são os efeitos dos exercícios compostos e isolados no dano muscular dos flexores do cotovelo nesse público.

2. OBJETIVOS

Avaliar os efeitos de dois tipos exercícios resistidos (i.e. composto v.s. isolado) nas respostas de dano muscular dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Ativação Muscular

A escolha dos exercícios é baseada na crença que o exercício escolhido irá recrutar determinado grupamento muscular ou, até mesmo, segmentos do mesmo músculo, o que normalmente é avaliado por EMG (Antonio, 2000; Welsch *et al.* 2005; Sperandei *et al.* 2009; Trebs *et al.* 2010).

Em uma revisão de literatura, o autor Antonio (2000) tenta justificar o uso de diferentes tipos de exercícios no recrutamento seletivo de partes de um músculo. O autor especula que nenhum exercício sozinho é capaz de maximizar os ganhos de massa muscular de todas as regiões de um mesmo músculo. Apesar das especulações, as evidências mostradas pelo autor dizem mais respeito às diferenças entre ações musculares (concêntrica, isométrica e excêntrica) tipos de aparelhos usados (isocinéticos e isoinerciais) e adaptações de tipos de fibras (tipo I e II).

Neste sentido, Escamilla *et al.* (2001) foram os primeiros a investigar os efeitos de diferentes técnicas e variações dos exercícios de agachamento (AG) e leg press (LP) na ativação muscular do quadríceps. Os músculos do quadríceps avaliados foram o reto femoral, vasto lateral e vasto medial. Dez voluntários do estudo com média de 10 anos de experiência de treinamento foram orientados a executar o exercício de agachamento com variações no posicionamento dos pés: AG pés afastados e AG pés juntos. Do mesmo modo, o LP foi executado com variações na distância e altura dos pés: LP pés elevados e afastados, LP pés elevados e juntos; LP pés baixos e afastados e LP pés baixos e juntos. Todos os exercícios foram executados com uma carga avaliada para 12 RM. Os autores não encontraram diferença na ativação muscular entre os diferentes posicionamentos dos pés em cada exercício. Além disso, no exercício de AG foram registradas maiores valores para atividade eletromiográfica do quadríceps que no exercício de LP.

Alkner *et al.* (2000) compararam a relação entre EMG e produção de força isométrica voluntária máxima dos músculos do quadríceps femoral (vasto lateral, vasto medial e reto femoral) em diferentes exercícios. Os exercícios utilizados foram extensão de joelhos na máquina e LP, ambos com joelhos flexionados a 90°. Os

resultados do estudo sugeriram que a relação EMG / força é similar para exercícios multiarticulares e uniarticulares para todos os músculos do quadríceps femoral e/ou para cada músculo individualmente. Concluiu-se deste estudo que quando se realizam contrações isométricas voluntárias máximas, os músculos interpretam de forma similar a tensão imprimida pelos diferentes exercícios.

Assim como para membros inferiores, é comum a prescrição de diferentes exercícios para um mesmo grupamento muscular. As variações na inclinação do banco do supino são comumente usadas com a intenção de recrutar diferentes regiões do músculo peitoral (PM). Neste sentido, um interessante estudo de Glass & Armstrong (1997) investigou a relação de recrutamento das unidades motoras de duas regiões diferentes do PM no supino inclinado (SI) e no supino declinado (SD). Quinze homens jovens com experiência em TF realizaram seis repetições com uma carga de 70% de 1 RM nos dois exercícios. Os eletrodos foram posicionados no músculo peitoral maior nos 2° e 5° espaços intercostais tendo como referência a linha média clavicular. No estudo, os autores classificaram como PM “porção inferior” e “porção superior”. O sinal foi coletado nas fases concêntrica e excêntrica de cada repetição. Os resultados mostraram que em ambas as fases concêntrica e excêntrica, a “porção inferior” do peitoral foi mais ativada no SD que no SI. Não foram encontradas diferenças para a porção superior do peitoral entre o SD e SI.

Estudo similar conduzido por pesquisadores australianos da Universidade de Queensland também comparou os efeitos de diferentes variações na inclinação do banco supino na EMG do músculo PM (Barnett et al. 1995). Diferentemente do estudo anterior, os voluntários executaram repetições máximas com uma carga de 80% de 1 RM. Os autores concluíram: 1) O SI não resulta num maior ativação do peitoral maior porção clavicular que o supino horizontal; 2) O peitoral maior porção esternocostal é mais ativado no supino horizontal que no SD e SI. Além destas, os autores acrescentaram:

-“Qualquer benefício de se variar a inclinação do banco nos exercícios de supino são meramente por fatores psicológicos ou biológicos quando comparadas à atividade eletromiográfica” (Barnett et al. 1995).

Mais tarde, Welsch et al. (2005) examinaram os níveis de ativação muscular de três exercícios diferentes para o músculo peitoral maior e deltoide anterior. Vinte

homens e mulheres em idade colegial com níveis diferentes de condicionamento para TF realizaram o supino com barra, supino com halteres e crucifixo com halteres por três repetições com uma carga avaliada para seis repetições máximas. Os resultados mostraram não haver diferenças para ambos os músculos nos três exercícios realizados, independente de serem uni ou multi-articulares. É possível inferir com estes resultados que o mais importante para ativação das unidades motoras é a ação motora primária de adução horizontal do braço presente nos três exercícios pelo músculo peitoral maior e deltoide anterior, apesar do crucifixo com halteres diferenciar-se dos demais supinos por não haver extensão do cotovelo no final do movimento.

Um grupo de pesquisadores da Universidade de Berks, no estado da Pensilvânia, encontraram resultados semelhantes na EMG para os músculos: latíssimo dorsal (LD), trapézio medial (TM) e bíceps braquial (BB). Doze homens jovens com experiência em TF realizaram diferentes variações para a puxada pela frente. Os exercícios de puxada pela frente foram: puxada aberta com as mãos pronadas (PAP), puxada aberta com as mãos supinadas (PAS), puxada fechada pronadas (PF) e puxada fechada supinadas (PFS). Foram realizadas cinco repetições com carga de 70% de uma repetição máxima (1 RM) com 2 segundos para a fase concêntrica e 2 segundos para a excêntrica. Os resultados mostraram que a variação da puxada em pronação gerou uma atividade eletromiográfica maior de 65% da contração máxima voluntária isométrica para o LD em comparação com as supinadas, contudo, para TM e BB foram gerados 55% e 42%, respectivamente, sem diferenças para nenhuma outra variação. Os autores concluíram que como o TM e BB foram menos ativados em todos os exercícios, então, a puxada pela frente não é uma boa escolha de exercício para fortalecer o TM e BB (Lusk et al. 2010).

Apesar das conclusões dos estudos anteriores com EMG, o TF visando ganhos de força e massa muscular é comumente realizado em alta intensidade e com contrações máximas até a falha concêntrica. Ou seja, conforme o processo de fadiga se instala, o padrão de recrutamento das unidades motoras pode ser alterado, redirecionando a tensão, preferencialmente, para os músculos acessórios. (Akima et al. 2002). Gentil et al. (2007) e Brennecke et al (2009) investigaram os efeitos da pré-exaustão (PE) na EMG dos músculos peitoral maior (PM), deltoide anterior (DA) e

tríceps braquial (TB). A PE é um método de TF que visa executar um exercício isolado imediatamente antes de um exercício composto para o mesmo grupamento muscular. Os autores verificaram que não houve diferença para EMG do PM e DA quando o supino foi precedido de crucifixo. Porém, em ambos os estudos foi verificado um aumento na EMG para o TB na ordem de 33.67% (Gentil *et al.* 2007) e 17.87% (Brennecke *et al.* 2009) durante o supino na situação PE.

3.1.1. Efeitos Crônicos

Em longo prazo, menos se sabe sobre as diferenças entre exercícios compostos e isolados nos ganhos de força e massa muscular (Kraemer *et al.* 2002; Ratamess *et al.* 2009). As poucas recomendações que existem na literatura são insuficientes e, além disso, sofrem várias críticas (Carpinelli 2009). Contudo, um dos poucos estudos a abordar a diferença entre exercícios compostos e isolados foi o de Giannakopoulos *et al.* (2004), onde utilizou-se a EMG para verificar diferenças entre os exercícios para os músculos do manguito rotador. Trinta e nove sujeitos treinaram três vezes por semana durante seis semanas e foram avaliados em dinamômetro isocinético nos momentos pré e pós-treino. Os resultados mostraram que os exercícios compostos foram mais eficientes em melhorar o desempenho dos músculos do manguito rotador. Os autores concluíram que tão logo inicie o programa de reabilitação de músculos fracos, os exercícios isolados devem ser substituídos pelos compostos.

Quando se fala em ganhos de massa muscular, a escassez de estudos é alta e, a única recomendação que existe para escolha dos exercícios resistidos é do ACSM dos anos de 2002 e 2009, o qual cita apenas um único estudo (p. 370 e p. 695, respectivamente). Este estudo é o do Chilibeck *et al.* (1998), no qual os autores acreditavam que a diferença entre exercícios compostos e isolados para membros superiores estaria na provável facilidade de exercícios mais simples promoverem hipertrofia, devido à baixa complexidade e menor exigência de adaptações neurais. A fim de testar essa hipótese, os autores compararam os efeitos de um treino utilizando exercícios compostos e isolados nos ganhos de força e massa magra de membros superiores e inferiores em mulheres não treinadas. Os exercícios utilizados para

avaliar os ganhos de força de membros superiores e inferiores foram: supino reto, leg press e rosca bíceps. Além dos exercícios citados anteriormente, o grupo experimental realizou um treinamento envolvendo puxada e rosca tríceps na polia. Os resultados mostraram que a massa dos membros superiores aumentou após dez e vinte semanas de treino.

Contudo, neste estudo não é possível fazer comparações entre exercícios complexos e de isolamento nos ganhos de força e massa muscular devido a sérias limitações metodológicas. Por exemplo, os ganhos na massa magra de membros superiores não podem ser atribuídos a somente um único exercício (supino reto vs. Rosca bíceps), pois, os indivíduos realizaram outros movimentos complexos que também ativam bíceps e tríceps.

Em termos gerais, os resultados e conclusões dos estudos agudos e crônicos, anteriormente citados, contribuem pouco para qualificar um exercício como “melhor” para ganhos de força e massa muscular, pois o uso da EMG não é capaz de quantificar o estresse fisiológico imposto ao músculo. Além disso, a metodologia utilizada na maior parte dos estudos está aquém do que é realizado nos programas de TF com objetivos de ganhos de força e massa muscular.

3.2. Dano Muscular

3.2.1. Efeitos Agudos

A ocorrência do dano muscular (DM) está associada à prática de atividade ou exercício físico intenso, no qual o indivíduo não está acostumado a realizar e que envolve ciclos de alongamento e encurtamento dos músculos, normalmente característicos de ações musculares excêntricas (Morgan & Allen, 1999; Clarkson & Hubal, 2002). Para Morgan & Allen (1999) a expressão “dano muscular” representa toda mudança na estrutura íntima do músculo responsável pela incapacidade de produzir força. Para entender os mecanismos pelo qual os músculos se tornam fracos após a atividade, os autores Morgan & Allen (1999), sugerem uma melhor compreensão de como o músculo é ativado. Segundos os estudiosos, a ativação

muscular inicia no centro motor localizado no cérebro, o qual envia um potencial de ação através da espinha vertebral para os motoneurônios, excitando a membrana muscular via junção neuromuscular. A partir deste ponto, o potencial de ação é conduzido pela superfície da membrana do músculo até chegar aos túbulos T. Neste momento, os sensores de voltagem localizados dentro dos túbulos T se despolarizam e iniciam o processo de liberação de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático. O Ca^{2+} então se liga a troponina iniciando o ciclo de pontes cruzadas da actina com a miosina, gerando tensão e encurtamento dos sarcômeros. A tensão produzida pelas pontes cruzadas, em cada sarcômero, depende do comprimento inicial do sarcômero. Quando a tensão externa no músculo excede a tensão desenvolvida pelas linhas Z, o músculo passa a ser ativado à medida que é alongado (ação muscular excêntrica). Clarkson & Hubal (2002) atribuem à ação excêntrica a maior capacidade do exercício gerar lesão ao tecido. Para Morgan & Allen (1999), em algum ponto deste processo ocorre falhas que culminam no término da contração. Por exemplo: 1) Alterações no sistema nervoso central; 2) Alterações no nervo motor ou na junção neuromuscular; 3) Dificuldade de excitação das células musculares; 4) Falha ou redução da secreção de Cálcio (Ca^{2+}) pelos túbulos T do retículo sarcoplasmático; 5) Desorganização do maquinário contrátil.

Gibala et al. (1995), quantificaram as mudanças na estrutura muscular a na produção de força após uma sessão de TF com oito séries de 8 repetições com uma carga de 80% de 1 RM. Oito indivíduos não treinados realizaram a fase concêntrica do exercício de flexão de cotovelos com um braço (CONC) e a fase excêntrica do mesmo exercício com outro braço (ECC). Biópsias foram obtidas do músculo bíceps braquial antes do exercício (PRE), imediatamente (POS) e 48h após em cada braço. Microscopia Eletrônica foi adotada para quantificar o número de fibras rompidas em cada amostra. Os indivíduos foram avaliados concentricamente em duas velocidades (30°/s e 180°/s) em dinamômetro isocinético. Os resultados mostraram mais fibras rompidas nos momentos POS ECC (82%) e 48h-ECC quando comparados a POS CONC (33%) e 48h-CONC (37%), respectivamente. Em 24h, a força foi recuperada aos valores do PRE no braço que realizou CONC enquanto no ECC permaneceu reduzida até 96h após o treino.

Além da redução na capacidade do músculo de produzir tensão e no tempo prolongado de recuperação da força, o dano muscular é frequentemente caracterizado por aumento no plasma sanguíneo de enzimas intramusculares como creatina Kinase (CK), proteínas contráteis (troponina I, mioglobulinas e miosinas de cadeia pesada), inchaço e rigidez muscular, dor muscular tardia e aumento na atividade de células do sistema imune e citocinas inflamatórias (Tee, 2007; Schoenfeld, 2010; Brentano & Krueel, 2011; Paulsen et al. 2012).

Uma vez que o dano é percebido pelo corpo, células do sistema imune (leucócitos) migram para o local do micro trauma atraídas por substâncias químicas secretadas pelas fibras musculares danificadas. A partir disso, macrófagos e linfócitos iniciam o processo de remoção dos detritos celulares que, por sua vez produzem um novo sinal químico para atrair uma nova demanda de mioblastos, macrófagos e linfócitos para região (Schoenfeld, 2010).

Alguns estudos experimentais e revisões de literatura vêm se destacando pelo estudo do papel dos leucócitos, citocinas e células satélites no dano e reparo muscular seguido de exercício excêntrico (Peake et al., 2005; Peake et al., 2005; Paulsen et al. 2012). Segundo os pesquisadores, o acúmulo de leucócitos e o aumento da resposta de citocinas inflamatórias parece ser um processo gradual regulado pela magnitude do DM e coincide com a presença de miofibrilas necróticas e com a redução da capacidade de produzir força pelo músculo. A relação entre as respostas de citocinas e células satélites ao DM ainda não está clara. Por exemplo, a resposta sistêmica das citocinas está mais associada às demandas metabólicas do exercício do que ao próprio DM, enquanto a resposta das células satélites está mais relacionada à regeneração de um DM severo (Paulsen et al. 2012).

Peake et al. (2006) investigaram a relação entre inflamação e DM após contrações musculares excêntricas. Os autores modularam o grau de dano muscular usando dois protocolos diferentes de contrações excêntricas para os flexores do cotovelo em dinamômetro isocinético, e compararam as respostas inflamatórias em cada protocolo. Segundo os autores, se a magnitude das respostas inflamatórias está relacionada ao grau de DM, então as mudanças nos marcadores sistêmicos de inflamação (números de leucócitos, citocinas e proteína C reativa) seriam maiores após contrações excêntricas máximas que após as submáximas. Dez sujeitos

executaram o protocolo submáximo (10 séries de 60 repetições a 10% da força isométrica máxima com 1 minuto de intervalo entre séries) separado por um intervalo mínimo de duas semanas do protocolo máximo (10 séries de três repetições a 100% da força máxima isométrica com 3 minutos de intervalo). A força isométrica máxima e amplitude de movimento foram deprimidas em ambas as situações e permaneceram reduzidas até 96h no grupo que realizou contrações máximas quando comparada ao grupo submáximo. Apesar do maior dano no grupo que treinou máximo versus submáximo pros flexores do cotovelo, não houve diferença para nenhum marcador de inflamação (Peake et al. 2006).

Nosaka & Newton (2002) também haviam investigado os efeitos de diferentes intensidades de exercícios excêntricos na magnitude do DM em indivíduos não treinados. Oito voluntários realizaram duas situações experimentais separadas por no mínimo quatro semanas de intervalo. Em um dos braços os sujeitos realizaram o protocolo excêntrico submáximo de três séries de 10 repetições com uma carga avaliada de 50% da força isométrica máxima (50%-EXC). O protocolo excêntrico máximo foi realizado com uma carga de 100% da força isométrica máxima (MAX-EXC). Mudanças na força isométrica, amplitude de movimento, circunferência de braço e atividade plasmática de CK foram significativamente menores e a recuperação foi significativamente mais rápida no 50%-EXC quando comparado ao MAX-EXC.

Ao contrário dos estudos anteriores, Paschalis et al. (2005) se preocuparam em equalizar o volume de treino para verificar os efeitos de diferentes intensidades de exercícios excêntricos no DM e desempenho. Doze voluntários sem experiência em TF participaram de duas situações experimentais separadas por duas semanas de intervalo: 1) Exercícios excêntricos de alta intensidade (AI); 2) Exercícios excêntricos de baixa intensidade (BI). O exercício escolhido foi o de extensão de joelhos em dinamômetro isocinético unilateral. As pernas foram aleatorizadas e randomizadas para cada indivíduo. Na primeira sessão os sujeitos executaram doze séries de 10 repetições máximas. Na segunda, os sujeitos foram orientados a executar o protocolo de BI a 50% do pico de torque (PT) até se atingir o mesmo trabalho total da situação AI. Foram utilizados como marcadores do DM: CK, dor muscular tardia, amplitude de movimento e PT excêntrico e PT isométrico nos

momentos PRE, 24h, 48h, 72h e 96h pós-exercício. Quando se comparou com os valores do PRE, todos os indicadores de DM foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) em quase todos os momentos ao longo da recuperação. Foi registrado um aumento para CK apenas no momento 24h pós-exercício em AI, sem nenhuma outra diferença registrada para ambas as condições. O principal achado do estudo foi a maior redução no desempenho muscular na situação AI em relação a BI. Os autores concluíram que exercícios excêntricos de diferentes intensidades têm respostas similares no DM, contudo exercícios excêntricos realizados em AI possuem um proeminente efeito na queda do desempenho.

Barroso et al. (2011) compararam três protocolos de DM com diferentes números de repetições (30 x 60) em diferentes intensidades (70% x 110% de 1 RM) nos marcadores de DM. O protocolo com maior número de repetições e intensidade submáxima (ECC60-70) não causou significantes alterações em nenhum dos parâmetros. Os resultados mostraram que o aumento na intensidade promove maiores alterações nos marcadores de DM quando o número de repetições foi equalizado (ECC30-110 x ECC30-70) apenas no momento imediatamente pós-exercício, sem diferenças após 48h para nenhum outro marcador (circunferência do braço, amplitude de movimento, dor muscular tardia e teste de força), indicando que a recuperação foi similar ao longo do estudo para todos os grupos. Ao final do estudo, os autores relataram que apesar do DM inicial ser diferente entre os grupos, o DM secundário não o foi.

3.2.2. Efeitos Crônicos

Embora o dano muscular induzido por exercício (DMIE) possa ter exponenciais efeitos agudos sobre os marcadores de desempenho e dor, tem-se relatado a importância do papel da inflamação musculoesquelética e da síntese de proteínas nas adaptações hipertróficas em longo prazo (Ochi et al. 2011). Uma base teórica para esta crença tem sido proposta, por meio do qual as mudanças estruturais associadas com o DMIE influenciam a expressão de genes, resultando no fortalecimento do tecido e proteção contra novos danos (Schoenfeld, 2012). Entretanto, Outros pesquisadores têm questionado esta hipótese, alegando que o

aumento de massa muscular pode ocorrer na ausência de DM (Flann et al. 2011; Schoenfeld, 2012). Ou seja, os estudos procuram apontar uma resposta definitiva para a seguinte pergunta: -“Qual o papel do dano muscular induzido pelo exercício nos ganhos de massa muscular?”.

Ochi et al. (2011) investigaram os efeitos de repetidas sessões de treinamento excêntrico nos ganhos de massa muscular e aumentos nos níveis de citocinas e fatores de crescimento (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , miostatina e folistatina) usando um dinamômetro isocinético adaptado para ratos. Os pesquisadores hipotetizaram que repetidas sessões de treinamento excêntrico, efetivamente causa aumentos no tamanho do músculo e na força em associação com mudanças nas citocinas e fatores de crescimento muscular (IL-6, miostatina e folistatina). Neste estudo, foi usado um modelo animal de treino para induzir dano durante 10 e 20 dias de treinamento excêntrico dos músculos flexores plantares (gastrocnêmios). Trinta e quatro ratos da raça Wistar foram divididos em dois grandes grupos: grupo excêntrico (EXC) e grupo controle (CONT). Ratos do grupo EXC foram treinados a cada dois dias por dez dias (EXC5: 5 sessões em 10 dias com 48h de intervalo) ou vinte dias (EXC10: 10 sessões em 20 dias) após as medidas de torque isométrico. No grupo CONT foram realizadas apenas as medidas de torque isométrico a cada dois dias (CONT5: cinco ou CONT10: 10 vezes no total). Após nove semanas de treinamento, foi medido o peso total dos ratos, área de secção transversa do músculo gastrocnêmio medial, a expressão de proteínas relacionadas à hipertrofia muscular e fatores de crescimento e citocinas inflamatórias.

Ao final do estudo, o peso úmido do músculo gastrocnêmio medial não aumentou significativamente após cinco sessões de treinamento, enquanto, no grupo que treinou com dez sessões de treinamento excêntrico, o aumento foi significativo e foi acompanhado de aumento na área de secção transversa. A expressão de IL-6 foi elevada nos grupos EXC5 e EXC10, sem diferenças para TNF- α e IL-10. Miostatina e folistatina mostraram diferenças significativas para EXC10 em relação a CONT10. Os resultados mostraram que repetidas sessões de treinamento excêntrico durante vinte dias causaram aumentos no tamanho e na força muscular com elevações na IL-6 e folistatina e decréscimo na miostatina (Ochi et al. 2011).

Em contrapartida, um interessante achado do estudo de Flann et al. (2011) confrontou os resultados de Ochi et al. (2011). O objetivo do estudo foi testar a hipótese do dano muscular sintomático ser necessariamente precursor do remodelamento muscular. Os sujeitos foram divididos em dois grupos experimentais: adaptados ao treino (AT) e os não adaptados (NAT). Durante três semanas o grupo AT realizou um protocolo de treino adaptativo ao estímulo dos exercícios que seriam adotados no estudo com a finalidade de evitar o dano muscular. O NAT não realizou a fase inicial adaptativa. Ambos os grupos participaram de oito semanas de um protocolo de alta intensidade de ações musculares excêntricas em cicloergômetro com duração total de 20 minutos por sessão três vezes por semana. Os resultados mostraram que o grupo NAT experimentou sinais de DM, dor muscular tardia e altos níveis de CK no sangue em relação ao AT. Interessantemente os ganhos de força e massa muscular não foram diferentes entre os dois grupos (AT=25%; NAT=26%). Também foram registradas níveis similares de fatores de crescimento tipo IGF-1EA mRNA em ambos os grupos. Para os autores, os resultados sugeriram que o remodelamento muscular pode ser iniciado independentemente da presença de dano ao músculo (Flann et al. 2011).

3.2.3. Efeito da Carga Repetida e Recuperação Muscular

Em uma recente revisão de literatura sobre DM, pesquisadores do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (Brasil) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul identificaram que as maiores contribuições dos estudos sobre DM são: 1) Verificar o período de recuperação entre as sessões de treino, o qual exerce influência direta no planejamento dos programas de treino; 2) Servir como Indicador de intensidade da sessão de treino, principalmente nos estudos que investigam o fenômeno “*repeated bout effect*” – efeito da carga repetida (Brentano & Kruehl, 2011).

Como visto anteriormente, a realização de ações musculares excêntricas ou qualquer outra atividade que envolva ciclos de alongamento-contração causam DM e, geralmente, os sintomas mais envolvidos são dor muscular tardia, perda de força, inchaço, rigidez muscular e aumento da atividade de CK. Durante a recuperação, quando a mesma carga de treino é repetida, os sintomas de DM são atenuados. A

este fenômeno é dado o nome de “Efeito da Carga Repetida” (McHugh et al., 1999; 2003). Ao contrário dos não treinados, indivíduos treinados são menos suscetíveis ao DM induzido por exercício excêntrico máximo (Newton et al. 2008). Para testar esta hipótese Newton e colaboradores (2008) submeteram 15 homens treinados e 15 não treinados a um protocolo intenso constituído de dez séries de seis ações excêntricas voluntárias máximas em dinamômetro isocinético a uma velocidade angular de $90^{\circ} \cdot s^{-1}$. Todos os sujeitos foram avaliados para PT através de contrações isométricas voluntárias máximas e isocinéticas, amplitude de movimento, atividade plasmática de CK, circunferência de membros superiores e dor muscular tardia antes, imediatamente após, e durante cinco dias ao longo da recuperação. O grupo dos indivíduos treinados obtiveram menores valores para todas as medidas, exceto para dor muscular tardia e recuperaram mais rapidamente a função muscular que os não treinados. Por exemplo, a força muscular dos treinados retornou aos valores do *baseline* após três dias, enquanto, no mesmo período, o grupo dos não treinados mostrou um decréscimo de 40% na força quando comparado ao *baseline*.

A menor suscetibilidade ao DM em indivíduos treinados é vista como adaptação ao exercício excêntrico e, comumente definida como “*repeated bout effect*” ou efeito da carga repetida (Ingalls et al. 2004; Newton et al. 2008; Philippou et al. 2009). Ide et al (2013) realizaram um estudo no qual submeteram oito indivíduos (três mulheres e cinco homens) com experiência de pelo menos 1 ano de TF a um protocolo intenso de exercícios resistidos excêntricos. Os voluntários realizaram quatro séries de 8 a 10 ações excêntricas máximas com uma carga de 80% de 1 RM excêntrico, 1 minuto de intervalo entre séries, frequência semanal de duas vezes por semana durante 7 semanas. Interessante relatar que no estudo foram usados apenas exercícios multiarticulares para membros inferiores (leg press 45°) e superiores (supino com barra e remada na máquina). As respostas de fatores inflamatórios como CK, proteína C reativa e quantidade de neutrófilos foram coletadas através de amostras de sangue antes do protocolo de treino e em diferentes momentos ao longo do estudo. Os resultados mostraram que o protocolo de treino excêntrico induziu DM e aumentou as respostas inflamatórias apenas nas primeiras semanas de treino com subsequente atenuação ao longo do estudo.

Na prática, sessões de TF de alta intensidade com objetivos de ganhos de força e massa muscular são realizadas, no mínimo, três vezes por semana e, não raro, os músculos são treinados no pico da dor muscular e com baixos níveis de força. Tem-se assumido que realizar exercícios de força nas fases iniciais, antes da completa recuperação do músculo pode aumentar o DM e retardar o processo de recuperação.

O estudo de Chen & Hsieh (2001) investigou os efeitos de sete dias consecutivos de treinamento isocinético excêntrico máximo nos indicadores de DM e nas respostas inflamatórias. Vinte e dois homens em idade colegial foram divididos em dois grupos: treinamento excêntrico (ET; n=12) e controle (C; n=10). Todos os voluntários (ET e C) se exercitaram com um protocolo de 30 repetições de contrações voluntárias isocinéticas excêntricas máximas (ECC1) para os flexores do cotovelo do braço não dominante com velocidade angular de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$. O ET executou o mesmo protocolo de treino nos seis dias consecutivos (ECC2 a ECC7) após ECC1. Circunferência do braço, amplitude de movimento e força isométrica voluntária máxima foram medidas antes, imediatamente após e a cada 24h por sete dias consecutivos a ECC1. Para a resposta inflamatória ao exercício foram investigadas as concentrações plasmáticas de CK, lactato desidrogenase (LDH), número de leucócitos e IL-1 β e IL-6. Dor muscular tardia foi medida antes e durante os sete dias consecutivos. Os resultados mostraram significativas alterações em ECC1 para a maior parte das medidas em ambos os grupos. Não houve aumento em nenhum marcador de DM a partir de ECC2 até ECC7 no grupo ET. Os autores concluíram que treinos excêntricos sucessivos não exacerbam o DM e a resposta inflamatória após ECC1. Os efeitos adaptativos ao DMIE podem ocorrer dentro de 24h após o treino (Chen & Hsieh, 2001).

Um ano mais tarde Nosaka & Newton (2002) investigaram se sessões adicionais de exercícios excêntricos exacerbam o DM. Os voluntários do estudo foram orientados a executar com um dos braços três séries com dez repetições excêntricas com carga avaliada para 50% da contração isométrica voluntária máxima (Situação: SIMPLES). Duas semanas mais tarde, o mesmo protocolo foi aplicado no braço oposto com a exceção que sessões adicionais foram executadas dois e quatro dias após a primeira (Situação: REPETIDA). Força isométrica máxima (FIM),

amplitude de movimento (AM), CK e circunferência do braço reduziram de forma semelhante nas duas situações. Quando se excluiu as mudanças nos momentos imediatamente após o segundo e quarto dia na situação REPETIDA, não foram encontradas diferenças para FIM, AM, CK e dor muscular tardia.

O estudo de Chen & Nosaka (2006) verificou a possibilidade de indivíduos treinados realizarem treinos máximos (100% da intensidade) ou próximos do máximo após três dias de recuperação do primeiro treino. Marcadores de DM como FIM, AM, circunferência do braço, dor muscular tardia e proteínas musculares no plasma sanguíneo foram coletadas ao longo da recuperação. Ao final do estudo, além de não terem verificado alterações nos marcadores de DM entre a sessão realizada no terceiro dia e a primeira, os autores concluíram que mesmo indivíduos treinados só é possível treinar com 100% da intensidade com ajuda de terceiros ou com reduções de 10 a 20% da carga.

Mais tarde, Ahtiainen et al. (2011) investigaram a influência de um TF de alta intensidade na expressão muscular de receptores androgênicos (AR) e na concentração de fatores de crescimento e reparo tecidual, como por exemplo, (IGF)-IEa e MGF por meio de biópsia do músculo vasto lateral da coxa. Além destes fatores, outros marcadores de dano muscular (força isométrica, dor muscular, inchaço e CK) foram investigados antes e após 48h de intervalo. O interessante deste estudo foi que indivíduos treinados executaram um protocolo de treino bastante comum em programas de ganhos de massa muscular com cinco séries com carga avaliada para 10 RM no leg press e quatro séries com carga de 10 RM no agachamento. Após dois dias de recuperação a força isométrica máxima declinou enquanto a dor muscular tardia, CK, inchaço muscular e expressões de IGF-IEa e MGF foram significativamente aumentadas quando comparados aos valores pré-exercício. Os indivíduos foram indagados quanto a percepção de desgaste físico ocasionado pelo treino ao longo de sete dias de recuperação. Foi relatado para os pesquisadores que o mesmo treino não seria repetido antes que seis dias de repouso.

O período ótimo para repetir o mesmo estímulo e continuar a ter os benefícios adaptativos do exercício ainda não está claro na literatura. Em um interessante estudo, Chen et al. (2010) testaram a hipótese se exercícios excêntricos repetidos

após longo período de recuperação continuam a oferecer os efeitos protetivos contra o DM. Quinze homens jovens, sem experiência em TF, foram submetidos a um protocolo de trinta contrações excêntricas voluntárias máximas para os flexores do cotovelo em dinamômetro isocinético. A cada quatro semanas de intervalo, uma sessão do mesmo protocolo foi repetida do total de quatro. Como marcadores de DM foram medidas a força concêntrica e isométrica voluntária máxima dos flexores do cotovelo, AM, circunferência do braço, dor muscular tardia e marcadores sanguíneos de dano nos momentos PRE, imediatamente após e ao longo de 120 h de recuperação de cada sessão. O decréscimo da força e AM no momento imediatamente após a quarta sessão foi significativamente menor quando comparadas às outras sessões. Ao final do estudo foi concluído que a primeira sessão de treino conferiu as maiores adaptações ao DM, porém, adaptações crônicas foram induzidas quando o exercício foi executado mais que três vezes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Amostra

Para compor a amostra do estudo foram recrutados 16 voluntários do sexo masculino com experiência em treinamento de força de pelo menos três anos. Na anamnese, os voluntários foram questionados quanto a experiência prática em treinos visando ganhos de força e massa muscular. Foi relatado, por parte dos sujeitos, uma frequência semanal de cinco vezes na semana, repetindo o mesmo grupamento muscular duas vezes por semana. Os sujeitos relataram treinar com um volume de 12 séries totais para os flexores do cotovelo divididos em três exercícios com quatro séries cada um. Após esse momento, foi distribuído um questionário de prontidão para atividade física e o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e, após concordarem com o texto, assinaram o documento. Todos os sujeitos foram devidamente informados quanto aos procedimentos experimentais, benefícios e riscos antes de assinarem o TCLE.

Como critérios de inclusão, os voluntários precisariam estar participando de um programa de treinamento de força com uma frequência mínima de duas vezes por semana. Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: comprometimento ósteo-articular e /ou cardiovascular, desistência voluntária ou frequência inadequada durante a aplicação do estudo. Os voluntários foram instruídos a não mudarem seus hábitos alimentares e caso fosse detectada alguma mudança abrupta (ex. alimentação vegetariana, restrição calórica, adição de suplementos nutricionais ou uso de substâncias ergogênicas farmacológicas, etc.) os dados destes participantes seriam excluídos das análises.

Os voluntários foram instruídos a não praticar atividade física extenuante e treinamento resistido que envolvesse os mesmos grupamentos musculares investigados no presente estudo. Este estudo foi parte integrante de um projeto maior submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília com o registro CEP-FM 007/2009.

4.2. Procedimentos Experimentais

4.2.1. Avaliação Antropométrica

As medidas usadas para caracterização da amostra foram massa corporal e estatura. A estatura dos indivíduos foi mensurada por meio de um estadiômetro (Sanny; campo de medição de 40 cm a 210 cm; resolução em milímetros) e a massa corporal por uma balança digital (Líder, modelo P 180M, Araçatuba, SP). Os voluntários se posicionaram em pé de costas para a régua de medição do estadiômetro com os pés juntos, corpo ereto e com as mãos ao lado do corpo.

Para mensuração da massa corporal, os avaliados se posicionaram em pé, de frente para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés. Em seguida, foram colocados sobre o centro da balança, eretos e com o olhar em um ponto fixo a frente.

4.2.2. Avaliação da Dor Muscular Tardia

A dor muscular tardia foi avaliada por palpação e alongamento do músculo bíceps braquial. A classificação da dor foi dada por meio de uma escala análoga visual (Figura 1). Tal escala é caracterizada por uma linha de 100 mm, na qual uma extremidade correspondia a um estado “sem dor” (0 mm) e a outra a um estado “dor extrema” (100 mm). Quando perguntados, os sujeitos indicavam qual nível de dor muscular correspondia o braço nos momentos avaliados (Chen et al. 2010).

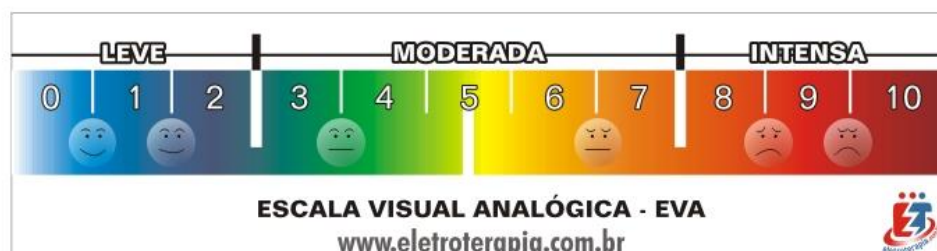


Figura 1. Escala Análoga Visual para avaliação da dor muscular tardia.

4.2.3. Circunferência do Braço

Desde que estudos anteriores (Chen et al. 2001; Chen and Nosaka, 2006; Chen et al. 2010) encontraram mudanças similares na circunferência de membros superiores em diferentes sítios (e.g. 4, 6, 8 e 10 cm acima da articulação do cotovelo) depois de um treino excêntrico para os músculos flexores do cotovelo, este estudo adotou apenas uma sítio como medida de circunferência. A medida de circunferência do braço foi adotada seguindo o ponto para as mesmas recomendações de colocação dos eletrodos de superfície do SENIAM - *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*.

Em termos gerais, a partir da face lateral do acrômio foi feita uma medida em cm com fita métrica até a fossa cubital do cotovelo dos sujeitos. A partir desta, foi marcada uma medida de 1/3 para avaliação da circunferência do braço. A posição de colocação da fita foi marcada com caneta de alta fixação a fim de certificar o mesmo posicionamento ao longo dos dias de coletas. Foi tomada apenas uma medida de circunferência do braço com os sujeitos posicionados de pé, de frente para o avaliador com os braços relaxados, em abdução e estendidos ao lado do corpo.

4.2.4. Teste de 10RM

Com o objetivo de determinar a carga do exercício utilizado no protocolo foi realizado o teste de dez repetições máximas (RM), seguindo as seguintes recomendações de Kraemer & Fry (1995) adaptado: 1) aquecimento de dez repetições com 40% da carga de 10 RM estimada; 2) descanso de 60 segundos com alongamento leve, seguido de dez repetições com 60% da carga de 10RM estimada; 3) incremento do peso tentando alcançar 10 RM em três a cinco tentativas, usando cinco minutos de intervalo entre uma tentativa e outra; 4) o valor registrado foi de dez repetições com o peso máximo levantado na última tentativa bem sucedida. Para confiabilidade do teste de 10 RM, 72 horas após foi realizado um re-teste.

Foram testados exercícios isolados e compostos no mesmo dia de teste. Por exemplo, o isolado foi a rosca bíceps unilateral no banco Scott com halter (Figura 2) e o composto, a remada supinada na máquina (Figura 3). No mesmo dia, os

voluntários realizaram os testes nos dois exercícios separados por 10 minutos de intervalo. Por ordem de chegada ao laboratório de TF da UnB, os exercícios isolados e compostos foram distribuídos de forma aleatória e contrabalanceados para cada um dos braços dos sujeitos. Por exemplo, se o primeiro sujeito realizou o exercício isolado com o braço direito e o composto com o esquerdo, o próximo voluntário a ser avaliado realizaria o isolado com o esquerdo e o composto com o direito e, assim sucessivamente com os próximos sujeitos. A distribuição foi independente do braço dominante do sujeito. Também foi registrada a ordem do exercício para cada braço afim de que fosse preservada a mesma durante o protocolo experimental. Ou seja, se o indivíduo iniciou o teste com o isolado, o protocolo experimental necessariamente iniciaria com o isolado.

A velocidade de execução do teste foi padronizada em 3 segundos para ação muscular excêntrica e 1 segundo para ação muscular concêntrica através de um metrônomo digital (modelo DP30 Afinador / Metrônomo, Dolphin). Os indivíduos realizaram uma amplitude de movimento completa e se posicionaram de maneira semelhante em todos os testes para evitar possíveis alterações nos resultados. Para não comprometer a validade interna neste estudo, todos os testes foram realizados pelo mesmo avaliador.



Figura 2. Rosca Bíceps Unilateral no Banco Scott com Halter.



Figura 3. Remada Supinada na Máquina.

4.2.5. Protocolo Experimental de Treinamento Resistido

Cada voluntário executou o protocolo experimental de TF constituído de oito séries de repetições máximas com carga inicial de 10 RM e redução de 10% da carga a partir da segunda série até a quarta série e, nova redução de 10% da carga, da quinta à oitava série para que o volume de repetições não caísse demasiadamente em cada exercício. Os voluntários participaram de duas situações experimentais de exercícios resistidos envolvendo exercícios compostos para um braço e isolado para o outro braço. A distribuição dos exercícios em cada braço se deu de forma aleatória e contrabalanceada baseado nos achados de Newton et al. (2013). Nesse estudo os autores verificaram que os flexores do cotovelo do braço direito e esquerdo reagem da mesma forma ao dano muscular. Vale ressaltar que os voluntários foram estimulados verbalmente para atingir a falha muscular concêntrica em cada série. O intervalo de recuperação foi de dois minutos entre séries para cada exercício e, dez minutos entre exercícios. A velocidade de execução do exercício foi ditada por um metrônomo, sendo 1 segundo para a fase concêntrica e 3 segundos para a fase excêntrica.

Cronologicamente, os voluntários realizaram o teste e re-teste de 10 RM, e se familiarizaram com o protocolo de avaliação de força no dinamômetro isocinético no primeiro e segundo dia, respectivamente. A partir do terceiro dia, na semana dois do estudo, foram realizadas as medidas, em repouso do pré-treino, caracterizadas como T0, dos seguintes indicadores de dano muscular: dor muscular tardia, circunferência do braço e avaliação da força isométrica. Em seguida, foi realizado o protocolo experimental de exercícios constituídos de exercícios compostos e isolados para os músculos flexores do cotovelo. Após 10 minutos, os testes foram refeitos. Nos dias seguintes (4º, 5º, 6º e 7º dia) os indivíduos realizaram testes neuromusculares, avaliação de dor muscular tardia e circunferência de braço sempre com 24 horas de intervalo. Vale ressaltar que todos os testes foram realizados pelo mesmo pesquisador.

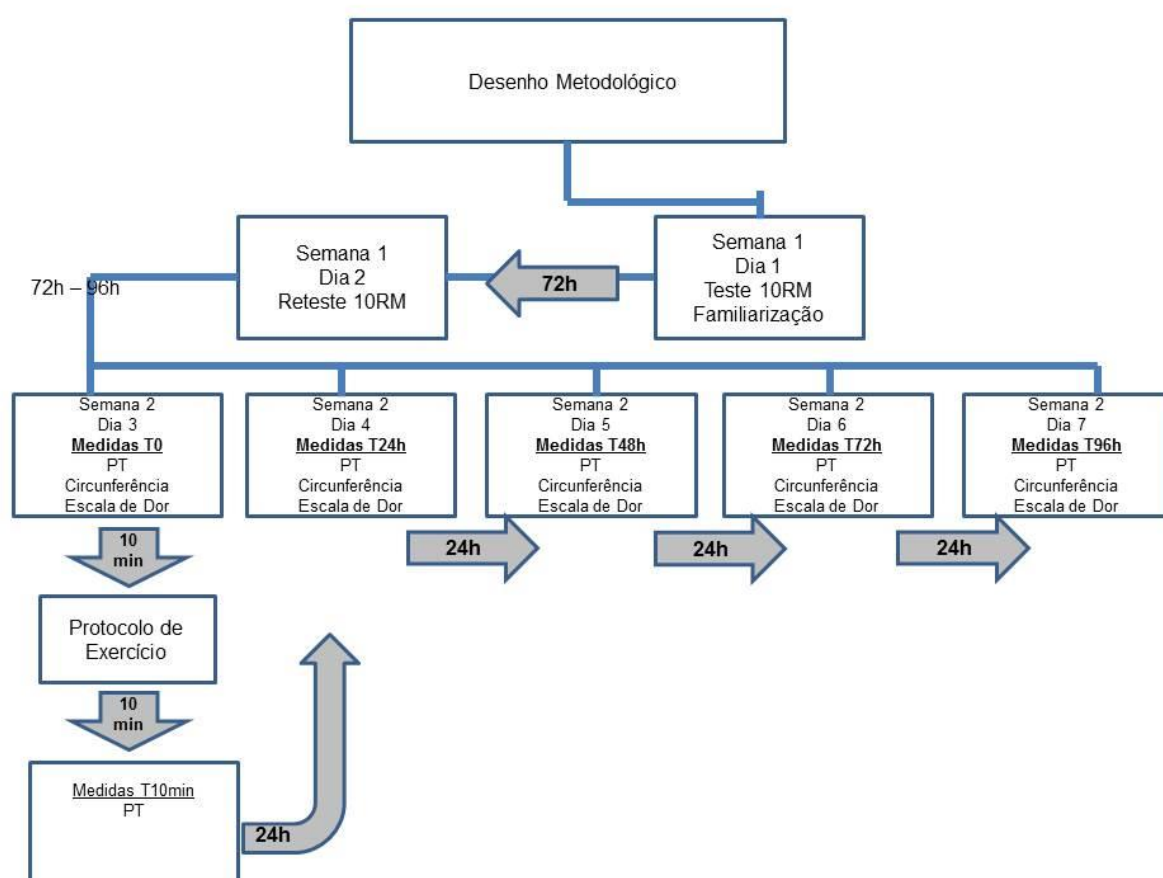


Figura 4. Delineamento Experimental. 10 RM= dez repetições máximas; RM= remada supinada máquina; RB= Rosca Bíceps Unilateral Banco Scott com Halter

4.2.6. Avaliação do Pico de Torque Isométrico no Dinamômetro Isocinético

O pico de torque (PT) foi avaliado por meio de duas contrações voluntárias isométricas máximas (CVIM) de quatro segundos em flexão de cotovelo do braço a um ângulo de 90° (Nosaka e Newton 2002). O intervalo de recuperação entre as contrações foi de um minuto. Os voluntários foram instruídos a fazerem o máximo de força. Os sujeitos realizaram os testes sentados no banco Scott acoplado ao dinamômetro isocinético. O PT foi mensurado pelo dinamômetro isocinético Biodex System III (BiodexMedical, Inc., Shirley, NY). A calibração do dinamômetro Biodex foi realizada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante. Durante a realização da CVIM os voluntários receberam incentivo verbal pelo pesquisador de maneira padronizada. Na primeira semana (familiarização) ao Laboratório foram registradas as medidas de altura e distância do banco Scott acoplado ao dinamômetro, tamanho do braço de força e altura do dinamômetro para cada sujeito, a fim de assegurar que as mesmas medidas fossem utilizadas ao longo das semanas de testes.



Figura 5. Pico de Torque Isométrico no Dinamômetro Isocinético.

5.2.8. Procedimentos Estatísticos

Foi realizada estatística descritiva, com dados expressos em média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. Foi adotada a análise de variância two way de medidas repetidas 2 X 6 [protocolos (RM e RB) X tempo (T0, T10, T24h, T48h, T72h e T96h)] para avaliar o PT, dor muscular tardia e circunferência de braço. Quando necessário foi utilizado o *post hoc* de Tukey. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$ para todas as avaliações. Foi adotado o programa estatístico SigmaPlot versão 11.0. Como índice de reprodutibilidade das medidas adotadas no presente estudo (PT, dor muscular tardia e circunferência do braço) foi calculado o coeficiente de correlação intraclass (ICC) do tipo “Two way misturado” para avaliar a consistência das medidas em testagens repetidas. Os valores do ICC vão de 0 a 1, sendo recomendado que qualquer medida, para ser útil, deve ter um valor de, pelo menos, 0,6. As análises foram feitas utilizando-se o programa estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0.

5. RESULTADOS

6.1. Amostra

Dezesseis voluntários foram recrutados para compor a amostra do estudo, entretanto, cinco voluntários foram excluídos por atingirem um dos critérios de exclusão. Apenas os dados de onze voluntários foram aproveitados para análise estatística dos resultados (Tabela 1).

Tabela 1. Característica da Amostra que completou o estudo.

Características (n = 11)	Média / DP
Idade (anos)	24,5 ± 5,5
Massa Corporal (kg)	81,8 ± 9,1
Altura (cm)	175,1 ± 5,0
Tempo de Prática (anos)	6,1 ± 2,7
Carga 10 RM R. Bíceps (kg)	17,3 ± 4,6
Carga 10 RM Remada (kg)	47,3 ± 8,6

6.2. Volume da Sessão de Treino

O desempenho do número de repetições ao longo das oito séries foi estatisticamente semelhante ($p=0,140$) para ambos os grupos estudados (Figura 6). O número de repetições foi diminuindo da primeira até a quarta série. Após a segunda redução de 10% da carga na quinta série, o número de repetições tornou a subir e voltou a cair ao fim do treino. Ambos os exercícios tiveram o mesmo comportamento durante o treino. Vale ressaltar aqui neste tópico que o ICC do teste / re-teste de 10 RM para a situação rosca bíceps foi de 0,93 e para remada de 0.83.

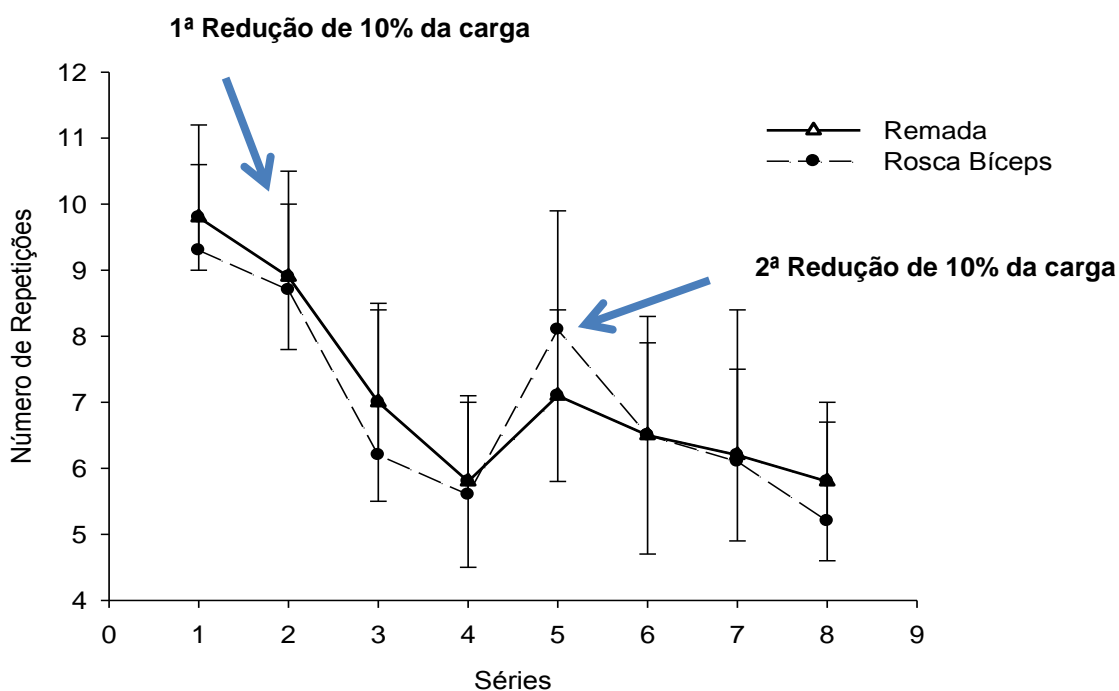


Figura 6. Gráfico número de repetições por exercício. n.s representa sem diferenças significativas entre os grupos Remada e Rosca Bíceps.

Tabela 2. Distribuição do número de repetições, em cada série, de cada exercício. Dados expressos em termos de média \pm desvio padrão.

Exercício	1ª série	2ª série	3ª série	4ª série	5ª série	6ª série	7ª série	8ª série
R. Bíceps	9,3 \pm 1,9	8,7 \pm 1,8	6,2 \pm 2,2	5,6 \pm 1,4	8,1 \pm 1,8	6,5 \pm 1,4	6,1 \pm 2,3	5,2 \pm 1,5
Remada	9,8 \pm 0,8	8,9 \pm 1,1	7,0 \pm 1,5	5,8 \pm 1,3	7,1 \pm 1,3	6,5 \pm 1,8	6,2 \pm 1,3	5,8 \pm 1,2

6.3. Pico de Torque

Os grupos estudados obtiveram valores de pico de torque (PT) estatisticamente semelhantes no momento T0 [(p=0,895); (Figura 8)]. Imediatamente após o treino (T10), no grupo Remada, o valor de PT para os flexores do cotovelo declinou significativamente em relação aos valores iniciais de T0 (p<0,001). Entretanto, ao longo da recuperação (T24h, T48h, T72h e T96h) não foram

encontradas diferenças em relação ao T0 ($p > 0,05$). No grupo Rosca Bíceps, o valor de PT levou mais tempo para voltar ao *baseline* (T0). Os momentos T10 ($p < 0,001$) e T24h ($p = 0,005$) foram menores em relação ao T0, sem diferenças para T48h, T72h e T96h ($p > 0,05$). Apesar do PT ter levado mais tempo para se recuperar no grupo Rosca Bíceps, a única diferença encontrada entre grupos foi no momento T10, sendo o PT para Rosca Bíceps estatisticamente inferior ao grupo da Remada ($p = 0,002$). O ICC calculado pra essa medida foi 0,96.

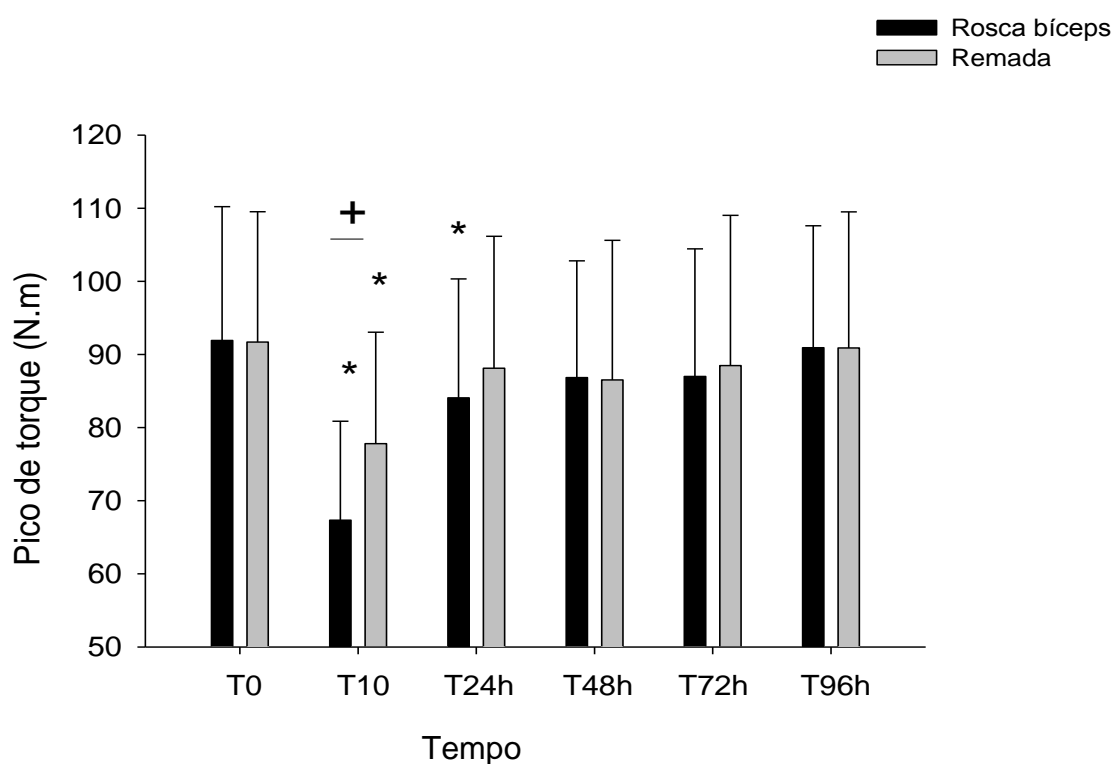


Figura 7. Gráfico Pico de Torque ao longo da recuperação. * representa diferença significativa em relação à T0 para ambos os grupos. + representa diferença significativa entre grupos.

Tabela 3. Distribuição do Pico de Torque (N.m) de cada exercício ao longo da recuperação. Dados expressos em termos de média \pm desvio padrão. * representa diferença significativa em relação aos valores iniciais de T0 para ambos os grupos. + representa diferença significativa entre grupos.

Exercício / Tempo	T0	T10	T24h	T48h	T72h	T96h
R. Bíceps (N.m)	91,9 \pm 18,3	67,3 \pm 13,5*	84,1 \pm 16,3*	86,8 \pm 16,0	87,0 \pm 17,4	90,9 \pm 16,7
Remada (N.m)	91,7 \pm 17,8	77,8 \pm 15,2*+	88,1 \pm 18,1	86,5 \pm 19,1	88,5 \pm 20,5	90,9 \pm 18,6

6.4. Dor Muscular Tardia

No momento T0, os voluntários começaram com valores estatisticamente semelhantes para dor muscular tardia [(p=1,000); (Figura 7)]. No grupo Rosca Bíceps foram encontradas maiores valores nos momentos T24h (p<0,001), T48h (p<0,001) e T72h (p<0,001) quando comparados à T0. No entanto, não houve diferenças para T96h (p=0,311). No grupo Remada foram encontradas valores maiores apenas para T24h (p<0,001) e T48h (p<0,001) em relação à T0. Sem diferenças para os demais momentos T72h (p=0,141) e T96h (p=0,966). Quando os grupos foram comparados entre si, os maiores valores para dor muscular tardia foram encontrados nos momentos T24h (p<0,001), T48h (p<0,001) e T72h (p<0,001) para o grupo Rosca Bíceps, sem diferenças entre os grupos em T96h (p=0,063). O ICC para dor muscular tardia foi de 0,5.

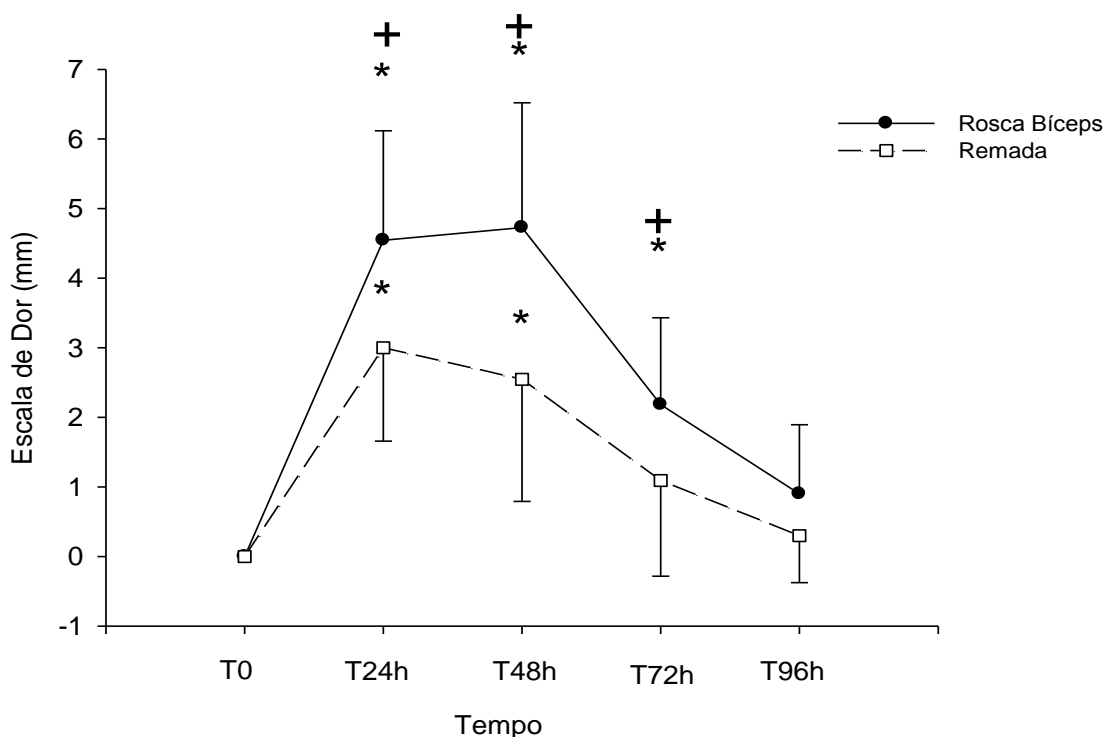


Figura 8. Gráfico para Dor Muscular Tardia ao longo da Recuperação. * representa diferença significativa em relação à T0. + representa diferença significativa entre grupos.

Tabela 4. Distribuição da dor muscular em cada exercício ao longo da recuperação. Dados expressos em termos de média \pm desvio padrão. * representa diferença significativa em relação à T0. + representa diferença significativa entre grupos.

Exercício / Tempo	T0	T24h	T48h	T72h	T96h
Rosca B. (mm)	0	4,5 \pm 1,6* ⁺	4,7 \pm 1,8* ⁺	2,2 \pm 1,3* ⁺	0,9 \pm 1,0
Remada (mm)	0	3,0 \pm 1,3*	2,5 \pm 1,8*	1,1 \pm 1,4	0,3 \pm 0,7

6.5. Circunferência do Braço

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para todos os momentos [(T24h, T48h, T72h e T96h); (Figura 8)] quando os grupos foram comparados à T0 ($p=0,369$) e entre si ($p=0,988$). O ICC calculado foi de 0,76.

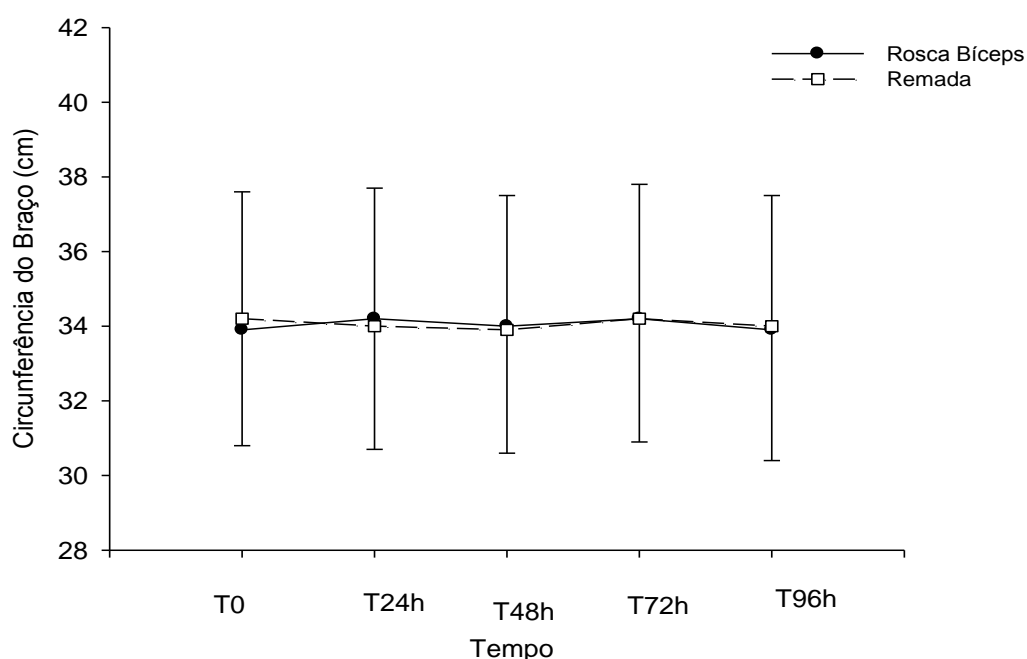


Figura 9. Gráfico para Circunferência do Braço ao longo da Recuperação. Não houve diferença significativa em relação à T0 e entre grupos.

Tabela 5. Distribuição da Circunferência do Braço ao longo da Recuperação.

Exercício / Tempo	T0	T24h	T48h	T72h	T96h
Rosca Bíceps (cm)	33,9 ± 3,7	34,2 ± 3,5	34,0 ± 3,5	34,2 ± 3,6	33,9 ± 3,6
Remada (cm)	34,2 ± 3,4	34,0 ± 3,3	33,9 ± 3,3	34,2 ± 3,3	34,0 ± 3,6

6. DISCUSSÃO

Primeiramente, os achados do presente estudo mostraram que os dois exercícios obtiveram o mesmo comportamento em termos de desempenho de número de repetições durante o treino. Foi verificado que 24h são suficientes para recuperar a força muscular dos flexores do cotovelo após um treino de Remada em indivíduos treinados. O mesmo comportamento não foi encontrado após o treino de Rosca Bíceps, onde foram necessárias 48h de intervalo para recuperação total da força dos flexores do cotovelo. Apesar das diferenças em relação aos valores iniciais (T0), a única diferença encontrada entre exercícios foi imediatamente após o treino (T10), onde o PT para Rosca Bíceps declinou 37,3% contra apenas 17,4% para Remada. A partir destes resultados, infere-se que o treino de Rosca Bíceps causa um maior estresse mecânico nos flexores do cotovelo quando comparado com a Remada.

A explicação para este achado pode estar na diferença biomecânica entre exercícios, ou seja, quando há extensão do braço em exercícios compostos, o músculo latíssimo dorsal é o principal responsável pelo movimento, sendo os flexores do cotovelo menos ativados (Lusk et al., 2010). Em estudo conduzido por Lusk et al. (2010), os investigadores analisaram a ativação muscular nas diferentes variações do exercício puxada pela frente. O sinal EMG foi coletado quando os voluntários realizaram cinco repetições com uma carga de 70% de 1RM. Os resultados apontaram que em média, o músculo latíssimo dorsal teve uma ativação de 65% da contração isométrica voluntária máxima, enquanto o bíceps braquial foi ativado a 45%. No presente estudo, os flexores do cotovelo foram menos fatigados no exercício composto, corroborando, em parte, com os padrões de recrutamento encontrados por Lusk et al. (2010).

Em uma antiga revisão de literatura, Morgan & Allen (1999) analisaram minuciosamente os mecanismos responsáveis pela perda imediata na capacidade de produzir tensão pelo músculo, como por exemplo, as mudanças no comprimento ótimo dos sarcômeros e alterações na excitação-contração das fibras. Apesar dos mecanismos da perda de força não estarem claramente elucidados, os autores

sugeriram que há fortes evidências apontando para as deformidades e instabilidades no comprimento do sarcômero.

Behm et al. (2001) sugeriram que a redução na capacidade de produzir força pelo músculo não necessariamente correlaciona o aumento da expressão dos marcadores de DM com o comprometimento neuromuscular. E que essa incapacidade de expressão da força momentânea pode ser explicada em parte pela ruptura do eixo excitação-contração da fibra o qual, segundo os autores, significa um decréscimo na tensão que poderia resultar num declínio na capacidade do potencial de ação da membrana secretar Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático.

Ingalls et al. (2004) submeteram ratos de laboratório a cinco treinos de 150 ações musculares excêntricas separados por duas semanas de intervalo. O objetivo do estudo foi investigar os mecanismos responsáveis pelas adaptações musculares ao exercício excêntrico e queda na capacidade de produzir força imediatamente após o exercício. Apesar das reduções nas respostas inflamatórias e atenuações no declínio da força ao longo da recuperação, os autores verificaram contínuas reduções de 33% a 34% imediatamente após o treino. Em parte, a responsabilidade pela queda na força logo após o exercício foi atribuída ao comprometimento na excitação-contração das fibras. Em adição aos achados de Ingalls et al. (2004), outros estudos verificaram que a fadiga decorrente de protocolos mais intensos (ações excêntricas) é capaz de induzir perdas na força a curto e médio prazo (Semmler et al., 2007. Smith et al., 2007) além de comprometerem o músculo neural e metabolicamente (Davies et al., 2011; Beck et al., 2012).

Tendo em vista que o exercício de Remada foi menos intenso para os músculos flexores do cotovelo, a recuperação do PT se deu em apenas 24h enquanto na Rosca Bíceps aconteceu somente em 48h após o treino. Resultados similares foram encontrados por Nosaka & Newton (2002) quando submeteram indivíduos destreinados a protocolos excêntricos máximos e submáximos. Logo após o treino, a força declinou para 46.9% da máxima na situação mais intensa e, caiu para 60.9% no protocolo menos intenso. Além disso, no grupo submáximo foi verificada uma recuperação mais rápida da força isométrica dentro de 24h em relação ao que treinou máximo.

Assim como o estudo anterior, Paschalis et al. (2005) também submeteram indivíduos jovens destreinados a sessões de alta (AI) e baixa intensidade (BI) de treinamento excêntrico. Além de outros marcadores indiretos de dano muscular, foi avaliado o PT excêntrico e isométrico para os extensores do joelho ao longo da recuperação (24, 48, 72 e 96h após o exercício). No grupo AI, após 96h todos os valores de PT excêntrico e isométrico não haviam voltado ao normal enquanto no grupo BI, 24h foram suficientes para os valores de PT voltarem aos iniciais.

No estudo de Newton et al. (2008), foi comparado as respostas ao treinamento excêntrico nos marcadores indiretos de dano muscular dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados e destreinados. Quinze indivíduos treinados com experiência de sete anos e quinze indivíduos destreinados a pelo menos um ano em treinamento de força foram recrutados pelo estudo. Todos os voluntários realizaram um protocolo de 10 séries de seis repetições excêntricas máximas para os flexores do cotovelo no dinamômetro isocinético. Avaliações no PT isométrico e isocinético foram realizadas antes, imediatamente após e durante cinco dias. Assim como o presente estudo, os resultados de Newton et al. (2008) mostraram que indivíduos treinados são capazes de recuperar a força mais rápido que os não treinados. Além disso, Ahtiainen & Hakkinen (2009) mostraram que indivíduos treinados são capazes de obter altos níveis de ativação de seus músculos que indivíduos não treinados durante protocolos de TF de alta intensidade.

Porém, é possível que os indivíduos treinados do presente estudo estivessem acostumados a realizar treinos intensos e, conseqüentemente, os músculos flexores do cotovelo poderiam estar menos suscetíveis ao dano muscular. De acordo com os dados coletados na anamnese dos voluntários, os indivíduos estavam acostumados com um volume de doze séries por sessão de treino para os flexores do cotovelo. A menor suscetibilidade ao dano e a rápida recuperação dos valores de força são vistas por muitos estudos (McHugh et al. 1999; McHugh, 2003; Ingalls et al. 2004; Newton et al. 2008; Philippou et al. 2009) como características adaptativas decorrentes do treino e, mais conhecido como o fenômeno "*repeated bout effect*" ou efeito da carga repetida.

Nosaka & Newton (2002) e Chen et al. (2010) mostraram que treinos excêntricos e concêntricos realizados uma vez por semana podem reduzir a

suscetibilidade dos músculos ao dano muscular. Outros achados mostraram que o efeito protetivo pode durar por um período de quatro semanas (Chen et al. 2009) a 6 meses (Nosaka et al. 2001). No entanto, praticantes de musculação e atletas repetem o mesmo treino após 48h ou 72h de intervalo, ou seja, no momento que coincide com o pico da dor muscular e do processo inflamatório e, antes da completa recuperação do músculo (Ide et al. 2013). Embora alguns estudos tenham demonstrado que o dano muscular não é exacerbado e não atrapalha o processo de recuperação muscular quando se repete o mesmo treino num curto espaço de tempo (Nosaka & Newton, 2002; Chen & Hsieh, 2001), outros estudos revelaram que só é possível completar a segunda sessão, dentro de 72h, se a intensidade for reduzida de 10-20% (Chen et al. 2006).

Embora o efeito da carga repetida esteja bem documentado na literatura científica (Nosaka et al. 2001; Nosaka & Newton, 2002; Chen & Hsieh, 2001; Nosaka & Newton, 2002; Chen et al. 2006; 2009; 2010), os mecanismos responsáveis pela rápida adaptação ao exercício excêntrico não estão esclarecidos (Mchugh et al. 1999; 2001; 2003; Dartnal et al. 2008; 2009; 2011; Semmler et al. 2007).

Quanto aos outros marcadores de DM usados no presente estudo, não foram encontradas alterações no inchaço muscular através da circunferência do braço em nenhum momento ao longo da recuperação para cada exercício. Em relação à dor muscular tardia nos flexores do cotovelo, os maiores picos foram registrados nos períodos de 24h e 48h após o exercício de Rosca Bíceps ($4,5 \pm 1,6$ e $4,7 \pm 1,8$ respectivamente) com conseqüente atenuação a partir de 72h de recuperação ($2,2 \pm 1,3$). No exercício de Remada, a dor também aumentou significativamente nas 24h e 48h após o treino ($3,0 \pm 1,3$ e $2,5 \pm 1,8$ respectivamente) voltando próximos aos valores iniciais a partir de 72h após o treino.

Tanto a circunferência de braço quanto a percepção subjetiva de dor são extensivamente usadas como marcadores indiretos de DM nos estudos sobre o tema. Normalmente, utiliza-se a espessura muscular e circunferência do braço como parâmetros para analisar o inchaço muscular, enquanto, a percepção subjetiva de dor é frequentemente usada como marcador indireto do processo inflamatório do músculo (Clarkson & Hubal, 2002; Paulsen et al. 2012). Ao contrário da avaliação de força, a percepção subjetiva de dor muscular e a medida de circunferência de braço

nem sempre refletem a extensão do dano muscular e nem sempre se correlacionam entre si (Paulsen et al. 2012). Entretanto, muitos estudos apontam que o pico de decréscimo da força coincide com o surgimento da dor e aumento no inchaço muscular em indivíduos treinados e não treinados (Clarkson & Hubal, 2002; Paschalis et al. 2005; Chen et al. 2006; Newton et al. 2008; Flores et al., 2011; Ahtiainen et al. 2011).

Nosaka et al. (2001) investigaram o efeito da carga após duas sessões de treinamento excêntrico separadas por seis, nove e doze meses de intervalo. A medida de inchaço muscular foi avaliada por meio de imagens de ressonância magnética e circunferência de braço antes e 5 dias após o treino. A dor foi avaliada por escala subjetiva de percepção de dor. Os resultados mostraram que os valores da imagem de ressonância magnética aumentaram em paralelo à medida de circunferência do braço e à percepção de dor logo após o treino. Estes dados indicaram uma correlação entre as medições de inchaço muscular. No estudo de Nosaka e Newton (2002) também foi encontrada relação entre as mudanças de espessura muscular utilizando o ultrassom e a circunferência do braço após sessões de treinamento excêntrico submáximo e máximo.

Newton et al. (2008) comparou indivíduos treinados e não treinados nas mudanças dos marcadores indiretos de dano muscular após treino máximo de ações excêntricas dos flexores do cotovelo. Os treinados possuíam experiência de $7,7 \pm 1,4$ anos de TF, enquanto, os não treinados estavam sem se exercitar há pelo menos um ano. O treino foi realizado em dinamômetro isocinético e foi constituído de 10 séries de seis ações excêntricas máximas a uma velocidade de $90^\circ.s^{-1}$ para os flexores do cotovelo. Além de outros marcadores indiretos do dano, a dor foi medida pela escala de percepção subjetiva e a circunferência de braço foi utilizada para medir o inchaço muscular. Assim como no presente estudo, no grupo treinado, foram verificadas pequenas mudanças em todos os marcadores exceto para dor muscular tardia. Além disso, o grupo treinado recuperou a capacidade de produzir força após três dias do treino. Os autores explicaram que a presença da dor muscular não necessariamente representa um bom indicador da magnitude do dano em indivíduos treinados.

Nguyen et al. (2009) examinaram os efeitos da dor muscular tardia na produção de força dos flexores do cotovelo e na taxa de desenvolvimento de

velocidade. Os voluntários executaram um treino de seis séries de 10 ações musculares excêntricas a uma velocidade de $30^{\circ} \cdot s^{-1}$ em dinamômetro isocinético e tiveram a força avaliada durante 4 dias após o treino. Assim como no presente estudo, Nguyen et al. (2009) verificaram que o pico da dor muscular tardia ocorreu dentro de 24h-48h após o treino, atingindo pontuações de $3,18 \pm 2,18$ e $3,21 \pm 2,91$ respectivamente. Foi mostrado também que estes valores coincidiram com declínios na força muscular no mesmo período. Outros achados mostraram que a dor muscular pode ser um bom indicador de declínio no desempenho durante movimentos dinâmicos (Sakamoto et al. 2009) e que atletas ou indivíduos treinados são capazes de ignorar a dor e repetir os treino antes da completa recuperação muscular (Chen et al. 2006).

Em termos gerais, os indivíduos treinados do presente estudo recuperaram a força muscular dentro de 24h a 48h com picos de dor no mesmo período, no entanto, sem aumentos na circunferência, então, segundo Paulsen et al. (2012), o dano muscular causado pelo protocolo usado no presente estudo foi considerado leve. No estudo de Paulsen et al. (2012), os autores classificam o dano muscular em leve, moderado e severo de acordo com a capacidade de recuperação da força após o treino. Por exemplo, o dano muscular é considerado leve se o declínio da força for de apenas 20% ou menos e, se a recuperação é completa dentro de 48h. O dano é moderado quando a recuperação da força se dá entre dois a sete dias. Severo, quando os indivíduos não recuperam a força em uma semana ou mais tempo.

Ainda assim, os resultados do presente estudo devem ser vistos com cautela, pois, a discussão da importância do dano muscular nos ganhos de força e massa muscular não está totalmente esclarecida (Flann et al., 2011; Ochi et al., 2011). Somado a isso, é possível que os efeitos agudos decorrentes do declínio na força após o treino não sejam extrapolados como resultados rígidos em longo prazo. Algumas evidências mostraram que exercícios compostos e isolados possuem os mesmos efeitos nos ganhos de força e massa muscular dos flexores do cotovelo em indivíduos não treinados, além de sugerirem que nem mesmo o aumento no volume de treino para esse grupamento muscular é capaz de induzir maiores ganhos (Soares et al., 2012; Gentil et al., 2013).

7. CONCLUSÕES

Os resultados do presente mostraram que o estresse fisiológico agudo para os flexores do cotovelo foi maior no exercício de Rosca Bíceps após um treino característico de hipertrofia, levando indivíduos treinados a recuperarem a força mais tardiamente em relação à Remada. Foi visto também que a recuperação na capacidade de produzir força não está relacionada temporalmente com a recuperação da percepção subjetiva de dor em indivíduos treinados. Além disso, foi verificado que a medida de circunferência de braço não foi sensível para detectar alterações no inchaço muscular.

Em síntese, o protocolo de treino adotado pelo presente estudo induziu dano muscular considerado leve nos músculos flexores do cotovelo de indivíduos treinados em ambos os exercícios. Um dos motivos discutidos foi que indivíduos treinados possuem capacidade aumentada para se recuperarem de um treino intenso quando comparados a indivíduos não treinados e, são menos suscetíveis ao dano muscular devido ao fenômeno do efeito da carga repetida.

Uma das limitações do estudo foi a falta de equipamentos sensíveis para verificar com precisão a ativação muscular durante o treino e ao longo da recuperação, bem como o uso de ferramentas pouco sensíveis para detectar o inchaço muscular dos flexores do cotovelo.

Por fim, os resultados do presente estudo contribuem, em termos práticos, para mostrar que o tipo de exercício escolhido influencia a capacidade de recuperação dos músculos e que técnicos e preparadores físicos, no momento da prescrição do treino devem dar atenção especial à capacidade do exercício induzir dano muscular. Ainda assim, são necessários novos estudos que investiguem a influência de diferentes tipos de exercício na capacidade de ativação dos músculos e de recuperação do dano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahtiainen Juha P. and Keijo Hakkinen (2009). "Strength Athletes Are Capable to Produce Greater Muscle Activation and Neural Fatigue During High-Intensity Resistance Exercise Than Nonathletes." J Strength Cond Res **23**(4): 1129-1134.
- Ahtiainen Juha P., Maarit Lehti, et al. (2011). "Recovery After Heavy Resistance Exercise and Skeletal Muscle Androgen Receptor and Insulin-Like Growth Factor-I Isoform Expression in Strength Trained Men." J Strength Cond Res **25**(3): 767-777.
- Alkner, B. A., P. A. Tesch, et al. (2000). "Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press." Med Sci Sports Exerc **32**(2): 459-463.
- Akima, H., J. M. Foley, et al. (2002). "Vastus lateralis fatigue alters recruitment of musculus quadriceps femoris in humans." J Appl Physiol **92**(2): 679-684.
- Antonio Jose (2000). "Nonuniform Response of Skeletal Muscle to Heavy Resistance Training: Can Bodybuilders Induce Regional Muscle Hypertrophy?" J Strength Cond Res **14**(1): 102-113.
- Antonio, J. and W. J. Gonyea (1993). "Progressive stretch overload of skeletal muscle results in hypertrophy before hyperplasia." J Appl Physiol **75**(3): 1263-1271.
- Bamman, M.M., James R. S., et al. (2001). "Mechanical load increases muscle IGF-1 and androgen receptor mRNA concentrations in humans." Am J Physiol Endocrinol Metab **280**: E383--E390.
- Barnett, C., Vaughan Kippers, et al. (1995). "Effects of Variations of the Bench Press Exercise on the EMG Activity of Five Shoulder Muscles." J Strength Cond Res **9**(4): 222-227.
- Barroso, R., Hamil Roschel, et al. (2011). "Effect of the Number and the Intensity of Eccentric Muscle Actions on Muscle Damage Markers." Rev Bras Med Esporte **17**(6): 397-400.
- Beck, Travis W., Paul R. Kasishke II, et al. (2012). "Neural Contributions to Concentric vs. Eccentric Exercise-Induced Strength Loss." J Strength Cond Res **26**(3): 633-640.
- Behm, David G., Kellie M. Baker, et al. (2001). "The Effect of Muscle Damage on Strength and Fatigue Deficits." J Strength Cond Res **15**(2): 255-263.
- Bishop, P.A., Eric, J., et al. (2010). "Recovery from training: A Brief Review." J Strength Cond Res **22**(3): 1015-1024.

Brennecke, A., T. M. Guimaraes, et al. (2009). "Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method." J Strength Cond Res **23**(7): 1933-1940.

Brentano, M. A. and L. F. Martins Kruehl (2011). "A review on strength exercise-induced muscle damage: applications, adaptation mechanisms and limitations." J Sports Med Phys Fitness **51**(1):1-10.

Burd, N. A., Cameron, J.M., et al. (2012). "Bigger weights may not get bigger muscles: evidence from acute muscle protein synthetic responses after resistance exercise." Appl. Physiol. Nutr. Metab. **37**: 551–554.

Carpinelli, R. N. (2009). "Challenging The American College of Sports Medicine 2009 Position Stand on Resistance Training." Medicine Sport **13**(2): 131-137.

Chen, Trevor C. and Sandy S. Hsieh (2001). "Effects of a 7-day eccentric training period on muscle damage and inflammation." Med Sci Sports Exerc **33**(10): 1732-1738.

Chen, Trevor C. and Kazunori Nosaka (2006). "Responses of Elbow Flexors to Two Strenuous Eccentric Exercise bouts Separated by Three Days." Journal of Strength and Conditioning Research **20**(1): 108-116.

Chen, Trevor C., Hsin-Lian Chen, et al. (2009). "Muscle damage responses of the elbow flexors to four maximal eccentric exercise bouts performed every 4 weeks." Eur J Appl Physiol **106**: 267-275.

Chen, Trevor C., Hsin-Lian Chen, et al. (2010). "Potent Protective Effect Conferred by Four bouts of Low Intensity Eccentric Exercise." Med Sci Sports Exerc **42**(5):1004-1012.

Chilibeck, P. D., A. W. Calder, et al. (1998). "A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **77**(1-2): 170-175.

Clarkson, Priscilla M. and Monica J. Hubal (2002). "Exercise-Induced Muscle Damage in Humans." Am J Phys Med Rehabil **81** (Suppl): S52-S69.

Clemons, J. M. A., Chantelle (1997). "Effect of Grip Width on the Myoelectric Activity of the Prime Movers in the Bench Press." Journal of Strength and Conditioning Research **11**(2): 82-87.

Dartnall, T. J., Michel A. Nordstrom, et al. (2008). "Motor Unit Synchronization Is Increased in Biceps Brachii After Exercise Induced Damage to Elbow Flexor Muscles." J Neurophysiol **99**: 1008-1019.

Dartnall, T. J., Nigel C. Rosgasch, et al. (2009). "Eccentric Muscle Damage Has a Variable Effects on Motor Unit Recruitment Thresholds and Discharge Patterns in Elbow Flexor Muscles." J Neurophysiol 102:413-423.

Dartnall, T. J., Michel A. Nordstrom, et al. (2011). "Adaptation in Biceps Brachii motor Unit Activity after repeated bouts of eccentric exercise in elbow flexor muscles." J Neurophysiol 105: 1225-1235.

Davies, R. C., Roger G. Eston, et al. (2011). "Muscle Damage Alters the metabolic response to dynamic exercise in humans: a ³¹ P-MRS study." J Appl Physiol 111: 782-790.

Escamilla, R. F., Glenn S. Fleisig, et al. (2001). "Effects of technique variations on Knee Biomechanics during the squat and leg press." Medicine & Science In Sports & Exercise. **33**(9): 1552-1566.

Flann, K. L., Paul C. LaStayo, et al. (2011). "Muscle damage and muscle remodeling: no pain, no gain?" The Journal of Experimental Biology 214: 674-679.

Gentil, P., E. Oliveira, et al. (2007). "Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance." J Strength Cond Res **21**(4): 1082-1086.

Gentil, P., S. R. S. Soares, et al. (2013). "Effect of adding single joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on strength and hypertrophy in untrained subjects." Appl Physiol Nutr Metab 38: 341-344.

Giannakopoulos, K., A. Beneka, et al. (2004). "Isolated vs. complex exercise in strengthening the rotator cuff muscle group." J Strength Cond Res **18**(1): 144-148.

Gibala, M. J., J. D. Mac Dougall, et al. (1995). "Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise." J Applied Physiol **78**(2): 702-708.

Glass, S. C. and Ty Armstrong (1997). "Electromyographical Activity of the Pectoralis Muscle during Incline and Decline Bench Presses." J Strength Cond Res **11**(3): 163-167.

Gouvali, M. K. and K. Boudolos (2005). "Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise." J Strength Cond Res **19**(1): 146-151.

Holm, L., S. Reitelseder, et al. (2008). "Changes in muscle size and MHC composition in response resistance exercise with heavy and light loading intensity." J Appl Physiol 105:1454-1461.

Ide, B. N., Lázaro Alessandro Soares Nunes, et al. (2013). "Time Course of Muscle Damage and Inflammatory Responses to Resistance Training with Eccentric Overload on Trained Individuals." Mediators of Inflammation 204942: 1-6.

- Ingalls, Christopher P., J. C. Wenke, et al. (2004). "Adaptation to Lengthening contraction-induced injury in mouse muscle." J Appl Physiol 97: 1067-1076..
- Jones, D. A. and O. M. Rutherford (1987). "Human muscle strength training: The effects of three different regimes and the nature of the resultant changes." J Physiol 391:1-11.
- Lanza, I. A., Danielle M. Wigmore, et al. (2006). "*In vivo* ATP production during free-flow and ischaemic muscle contractions in humans." J Physiol 557(1): 353-367.
- Lusk, S. J., Bruce D. Hale, et al. (2010). "Grip Width and Forearm Orientation Effects on Muscle Activity During the LatPull-Down." J Strength Cond Res 24(7):1895-1900.
- McHugh, Malachy P., Declan A. J. Connolly, et al. (1999). "Exercise-Induced Muscle Damage and Potential Mechanisms for the Repeated Bout Effect." Sports Med 27(3): 157-170.
- McHugh, Malachy P., Declan A. J. Connolly, et al. (2001). "Electromyographic analysis of repeated bouts of eccentric exercise." Journal of Sports Sciences 19: 163-170.
- McHugh, Malachy P. (2003). "Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise." Scan J Med Sci Sports 13: 88-97.
- Morgan, D. L. and D. G. Allen (1999). "Early events in stretch-induced muscle damage." J Appl Physiol 87:2007-2015.
- Kraemer, W. J., K. Adams, et al. (2002). "American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults." Med Sci Sports Exerc 34(2): 364-380.
- Kraemer, W. J. and N. A. Ratamess (2004). "Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription." Med Sci Sports Exerc 36(4): 674-688.
- Newton, M. J., Greg T. Morgan, et al. (2008). "Comparison of Responses to Strenuous Eccentric Exercise of the elbow flexors between Resistance-Trained and Untrained Men." J Strength Cond Res 22(2): 597-607.
- Newton, M. J., Paul Sacco, et al. (2013). "Do dominant and non-dominant arms respond similarly to maximal eccentric exercise of elbow flexors?" J Sci Med Sport 16(2): 166-171.
- Nguyen Diamond, Lee E. Brown, et al. (2009). "Effect of Delayed-Onset Muscle Soreness on Elbow Flexion Strength and Rate of Velocity Development." J Strength Cond Res 23(4): 1282-1286.

- Nosaka, k., Kei Sakamoto, et al. (2001). "How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last?" Med Sci Sports Exerc **33**(9): 1490-1495.
- Nosaka, K. and M. Newton (2002). "Concentric or Eccentric training effect on eccentric on eccentric exercise-induced muscle damage." Med Sci Sports Exerc **34**(1): 63-69.
- Nosaka, K. and M. Newton (2002). "Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading." J Strength Cond Res **16**(2): 202-208.
- Nosaka, K. and M. Newton (2002). "Repeated Eccentric Exercise bouts do not Exacerbate Muscle Damage and Repair." J Strength Cond Res **16**(1): 117-122.
- Ochi, E., Koichi Nakazato, et al. (2011). "Muscular Hypertrophy and Changes in Cytokine Production after Eccentric Training in Rat Skeletal Muscle." J Strength Cond Res **25**(8): 2283-2292.
- Paschalis, V., Yiannis Koutedakis, et al. (2005). "Equal Volumes of high and low Intensity of Eccentric Exercise in Relation to Muscle Damage and Performance." J Strength Cond Res **19**(1): 184-188.
- Paulsen, G., Ulla Ramer Mikkelsen, et al. (2012). "Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage in regeneration following eccentric exercise?" Exerc Immunol Rev **18**: 42-97.
- Peake, J. M., Kazunori Nosaka, et al. (2006). "Systemic Inflammatory responses to maximal and submaximal lengthening contractions of the elbow flexors." Exerc Immunol Rev **12**: 72-85.
- Peake, J., Kazunori Nosaka, et al. (2005). "Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans." Exerc Immunol Rev **11**: 64-85.
- Peake, J. M., Katsuhiko Suzuki, et al. (2005). "Exercise-Induced Muscle Damage, Plasma Cytokine and Markers of Neutrophil Activation." Med Sci Sports Exerc **37**(5): 737-745.
- Philippou, A., M. Maridaki, et al. (2009). "Changes in Mechanical Properties of Human Quadriceps Muscle After Eccentric Exercise." In Vivo **23**: 859-866.
- Prior, B., R. Jayaraman, et al. (2001). "Biarticular and monoarticular muscle activation and injury in human quadriceps muscle." Eur J Appl Physiol **85**(1-2): 185-190.
- Ratamess, N. A., B. A. Alvar, et al. (2009). "American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults." Med Sci Sports Exerc **41**(3): 687-708.

- Rutherford, O. M. and D. A. Jones (1986). "The role of learning and coordination in strength training." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **55**(1): 100-105.
- Sakamoto Akihiro, Takeo Maruyama, et al. (2009). "Effects of Exhaustive Dumbbell Exercise After Isokinetic Eccentric Damage: Recovery of Static and Dynamic MSucle Performance." J Strength Cond Res **23**(9): 2467-2476.
- Schoenfeld, Brad J. (2010). "The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training." J Strength Cond Res **24**(10): 2857-2872.
- Schoenfeld, Brad J. (2012). "Does Exercise-Induced Muscle Damage Play a Role in Skeletal Muscle Hypertrophy?" J Strength Cond Res **26**(5): 1441-1453.
- Signorile, Joseph F., Attila J. Zink et al. (2002). "A Comparative Electromyographical Investigation of Muscle Utilization Patterns Using Various Hand Positions During the Lat Pull-Down". J Strength Cond Res **16**(4): 539-546.
- Schoenfeld, Brad J. (2013). "Potential Mechanisms for a Role Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training." Sports Med **43**: 179-194.
- Soares, S. R. S., Paulo Gentil, et al. (2012). "Efeitos da Escolha dos Exercícios Resistidos sobre os Ganhos de Força e Massa Muscular: Exercícios de Isolamentos vs Compostos. Resumo - 35º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte - Esporte e Atividade Física: O Legado para Saúde da População.
- Sperandei, S., Marcos A. P. Barros, et al. (2009). "Electromyographic analysis of three different Types of Lat Pull-Down." J Strength Cond Res **23**(7): 2033-2038.
- Takahashi, H., S. Kuno, et al. (1994). "Changes in magnetic resonance images in human skeletal muscle after eccentric exercise." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **69**(5): 408-413.
- Tan, B. (1999). "Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men." Journal of Strength and Conditioning Research **13**(1): 289-304.
- Tee, J. C., Andrew N.. Bosch, et al. (2007). "Metabolic Consequences of Exercise Induced Muscle Damage." Sports Med **37**(10): 827-836.
- Trebs, A. A., J. P. Brandenburg, et al. (2010). "An electromyography analysis of 3 muscles surrounding the shoulder joint during the performance of a chest press exercise at several angles." J Strength Cond Res **24**(7): 1925-1930.
- Welsch, E. A., M. Bird, et al. (2005). "Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts." J Strength Cond Res **19**(2): 449-452.

Wernbom, M., J. Augustsson, et al. (2008). "Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise?" Scan J Med Sci Sports 18: 401-416.

Vácz, M., József Tihanyi, et al. (2011). "Mechanical, Biochemical and Electromyographic Responses to Short-Term Eccentric-Concentric Knee Extensor Training in Humans." J Strength Cond Res 25(4): 922-932.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar como voluntário de uma pesquisa, que será descrita a seguir. Caso aceite fazer parte do estudo assine ao final deste documento em duas vias. Uma delas é sua e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Informações sobre a pesquisa:

Título do Projeto: **“Efeitos de Diferentes Exercícios Resistidos no Dano Muscular dos Flexores do Cotovelo em Indivíduos Treinados: Complexos vs Isolados”**.

- ✓ Pesquisadores participantes: Prof. Dr. Martim Bottaro e Mestrando Saulo Rodrigo Sampaio Soares;
- ✓ Pesquisador Responsável: Saulo Rodrigo Sampaio Soares;
- ✓ Telefone do pesquisador responsável: (61) 8194-6922; (79) 8848-7282
- ✓ Endereço do pesquisador responsável: SCLN 413; Bloco “C”; APT 205
- ✓ Telefone do Comitê de Ética em Pesquisa: 3307-2276.

Esclarecimentos sobre o projeto

O treinamento de força ou a musculação é baseada em princípios científicos que consideram a manipulação de diversas variáveis como número de séries, intervalos de descanso, velocidade de contração, amplitude de movimento e tipo de exercício. A combinação destas variáveis direciona o programa de treino para objetivos como ganhos de força e massa muscular em longo prazo. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos de diferentes exercícios resistidos no dano muscular. É possível que no momento de escolher o “melhor” exercício para determinado grupamento muscular, técnicos e preparadores físicos usem critérios subjetivos ou empíricos para fundamentarem sua decisão.

Assim, o estudo tem como avaliar os efeitos de dois tipos exercícios resistidos (i.e. composto v.s. isolado) nas respostas de dano muscular dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados.

Para um melhor esclarecimento dos acontecimentos experimentais nos dias de testes, segue abaixo um resumo da ordem dos procedimentos.

Semana 1

Primeiro dia:

Informações sobre as condições da pesquisa e delineamento experimental – assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido;

Leitura e assinatura do Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)

Avaliação de peso e estatura;

Teste de 10RM no exercício rosca bíceps unilateral com halter no banco Scott e Remada Supinada Unilateral na Máquina.

Familiarização com os testes de força no dinamômetro isocinético

Segundo dia:

Reteste de 10RM, com 72 horas de intervalo do teste.

Semana 2

Terceiro dia:

Medidas pré-treino, no mínimo 72 horas após o reteste de 10RM: avaliação do nível de dor muscular por escala subjetiva, inchaço muscular por circunferência do braço e pico de torque isométrico no dinamômetro isocinético, nesta ordem;

Realização do protocolo de exercício resistido, que consistirá em oito séries de repetições máximas com a carga encontrada nos testes para o exercício de rosca bíceps unilateral com halter no banco Scott e remada supinada na máquina;

Avaliação do pico de torque isométrico após 10 minutos do término do treino de cada exercício.

Quarto ao sétimo dia:

Medidas de 24, 48, 72 e 96 horas após a sessão de treino.

Riscos e possíveis desconfortos

Como os testes de carga e o protocolo são de intensidade alta, estamos recrutando apenas pessoas que não tenham históricos de lesões que possam ser agravadas, como lesões recentes e/ou não completamente curadas no cotovelo e ombro. Um dos possíveis desconfortos decorrentes do estudo são as dores musculares tardias, sintomas que desaparecem dentro de dois a três dias.

Benefícios esperados

Os dados obtidos no estudo podem trazer benefícios aos praticantes de musculação e atletas por possibilitar um planejamento e uma distribuição semanal de treino mais adequados, além de nos trazer conhecimentos sobre os efeitos dos exercícios resistidos no dano muscular.

Responsabilidade dos pesquisadores

O pesquisador responsável suspenderá a pesquisa imediatamente se perceber algum risco ou dano à saúde do participante, tanto os previstos quanto os não previstos neste termo. O pesquisador assumirá a responsabilidade de dar assistência integral e indenização às complicações e danos decorrentes do estudo, além de assumir o custeio de todas as despesas referentes ao mesmo.

Responsabilidade dos participantes

Apresentar um atestado médico e estar no local dos testes nos dias e horários marcados. Informar aos pesquisadores qualquer desconforto que por acaso venha a perceber.

Resultados obtidos

As informações obtidas neste experimento poderão ser utilizadas como dados de pesquisa científica, podendo ser publicadas e divulgadas, sendo resguardada a

identidade dos participantes. Os participantes do estudo terão informações sobre as alterações promovidas pelo treinamento e serão orientados por um professor de Educação Física com relação às formas de potencializar os resultados com a prática do exercício resistido.

Liberdade de consentimento

A sua permissão para participar desta pesquisa é voluntária. Você estará livre para negá-la ou para, em qualquer momento, desistir se assim desejar.

Consentimento da participação da pessoa como sujeito

Declaro ter lido este termo de consentimento e compreendido os procedimentos nele descritos. Informo também que todas as minhas dúvidas foram respondidas de forma clara. Desta forma, aceito participar da pesquisa “**Efeitos de Diferentes Exercícios Resistidos no Dano Muscular dos Flexores do Cotovelo em Indivíduos Treinados: Complexos vs Isolados**”.

Nome do voluntário: _____

Assinatura: _____

Documento de identidade: _____

Local e data _____

Assinatura: _____

ANEXO II**PAR - Q**

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque mais de um sim, é aconselhável a realização da avaliação clínica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

Por favor, assinale “sim” ou “não” as seguintes perguntas:

- 1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
 sim não
- 2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?
 sim não
- 3) Você sentiu dor no peito no último mês?
sim não
- 4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?
 sim não
- 5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
 sim não
- 6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
 sim não
- 7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas?
 sim não

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

Data

Assinatura

ANEXO III

DADOS BRUTOS DOS VOLUNTÁRIOS

Tabela Distribuição Pico de Torque Isométrico (N.m) Rosca Bíceps Unilateral no Banco Scott com Halter

Nome	PT Isométrico Rosca Bíceps Banco Scott (N.m)					
	pré	10 min	24h	48h	72h	96h
1	90,3	64,8	84,8	87,3	88,6	91,3
2	75,3	51,4	71,1	78,7	72,4	84
3	67	49	62,4	64,7	64,9	65,8
4	100,6	71,2	91,4	87	85,3	89,1
5	81,4	59,5	76,8	75,9	77,8	83
6	110,4	88,9	98,6	100,3	95,7	98
7	126,2	77	112,5	120,4	121,9	126
8	97,7	77,5	87,7	93,4	96,1	100,5
9	92,3	71,7	87,1	86,4	92,7	
10	102,5	80,1	95,3	95,4	100,3	98,7
11	67,4	49,7	57	65,7	61,2	72,8
MÉDIA	91,9	67,3	84,1	86,8	87,0	90,9
DESVP	18,3	13,5	16,3	16,0	17,4	16,7
CV	19,9	20,1	19,3	18,4	20,1	18,4

Tabela Distribuição Pico de Torque Isométrico (N.m) Remada Supinada na Máquina

Nome	PT Isométrico Remada Máquina Supinada Unilateral (N.m)					
	pré	10 min	24h	48h	72h	96h
1	91,3	75,4	83,9	84	88,7	90,8
2	70,2	57,5	70,8	70,9	73,9	67,2
3	71,5	59,1	65,4	61,4	65,5	83,9
4	98,4	93,9	100	96,6	93,7	93,6
5	79	72,4	77,4	72,2	73,5	77,6
6	114,8	103,7	119,8	127,6	130,5	123,6
7	114,2	92,3	113	104,3	113	111,6
8	99,4	79,9	85,6	84,1	83,2	87,9
9	85,4	69,8	78,4	80,6	80,8	
10	114,1	88,3	102,4	99,3	104,6	106
11	70,3	63,7	72,6	70,8	65,8	66,6
MÉDIA	91,7	77,8	88,1	86,5	88,5	90,9
DESVP	17,8	15,2	18,1	19,1	20,5	18,6

CV	19,4	19,5	20,5	22,1	23,2	20,5
----	------	------	------	------	------	------

Tabela Escala de Dor Rosca Bíceps

Nome	Escala de Dor Rosca Bíceps					
1	0	xxxx	5	7	2	0
2	0	xxxx	3	2	1	0
3	0	xxxx	5	7	5	2
4	0	xxxx	7	5	3	1
5	0	xxxx	3	4	2	1
6	0	xxxx	3	5	1	1
7	0	xxxx	4	4	2	1
8	0	xxxx	3	2	1	0
9	0	xxxx	4	4	1	
10	0	xxxx	6	7	3	0
11	0	xxxx	7	5	3	3
MÉDIA	0		4,5	4,7	2,2	0,9
DESVP	0		1,6	1,8	1,3	1,0
CV	0		0,3	0,4	0,6	1,1

Tabela Escala de Dor Remada

Nome	Escala de Dor Remada					
1	0	xxxx	3	4	0	0
2	0	xxxx	2	2	1	0
3	0	xxxx	4	7	5	2
4	0	xxxx	5	2	1	0
5	0	xxxx	2	3	1	0
6	0	xxxx	1	2	1	0
7	0	xxxx	2	2	1	1
8	0	xxxx	2	1	0	0
9	0	xxxx	3	1	1	
10	0	xxxx	5	3	0	0
11	0	xxxx	4	1	1	0
MÉDIA	0		3	2,5	1,1	0,3
DESVP	0		1,3	1,8	1,4	0,7
CV	0		0,4	0,7	1,3	2,2

Tabela Volume de treino em termos de número de repetições no exercício Rosca Bíceps Unilateralno Banco Scott com Halter

ROSCA BICEPS	1ª série	2ª série	3ª série	4ª série	5ª série	6ª série	7ª série	8ª série
1	11	11	10	6	9	7	7	5
2	9	9	5	6	10	9	9	9
3	11	10	6	6	10	7	6	6
4	9	9	7	7	9	6	7	5
5	8	7	3	4	6	5	4	4
6	11	11	8	5	7	6	3	4
7	6	6	6	6	7	6	4	5
8	11	9	6	5	7	7	9	5
9	6	6	4	3	5	4	4	4
10	10	8	4	6	9	7	5	4
11	10	10	9	8	10	8	9	6
MÉDIA	9,3	8,7	6,2	5,6	8,1	6,5	6,1	5,2
DESVPAD	1,9	1,8	2,2	1,4	1,8	1,4	2,3	1,5
CV	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3

Tabela Volume de treino em termos de número de repetições no exercício Remada Supinada na Máquina

REMADA	1ª série	2ª série	3ª série	4ª série	5ª série	6ª série	7ª série	8ª série
1	10	9	7	7	6	6	6	5
2	11	10	9	8	9	8	8	8
3	9	10	8	7	8	8	6	6
4	10	9	7	5	7	8	5	5
5	10	9	6	6	8	6	6	6
6	10	9	6	5	7	5	5	5
7	10	10	10	5	7	9	8	8
8	10	9	6	4	7	7	7	5
9	10	9	7	7	8	5	6	5
10	10	6	5	4	4	3	4	6
11	8	8	6	6	7	7	7	5
MÉDIA	9,8	8,9	7,0	5,8	7,1	6,5	6,2	5,8
DESVPAD	0,8	1,1	1,5	1,3	1,3	1,8	1,3	1,2
CV	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2

