

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E MORFOLÓGICAS DE
TREINAMENTOS DE FORÇA REALIZADOS COM AMPLITUDES TOTAL E
PARCIAL DE MOVIMENTO**

Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva

Porto Alegre

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E MORFOLÓGICAS DE
TREINAMENTOS DE FORÇA REALIZADOS COM AMPLITUDES TOTAL
E PARCIAL DE MOVIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau acadêmico de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2012

CIP - Catalogação na Publicação

da Silva, Bruna Gonçalves Cordeiro
Adaptações neuromusculares e morfológicas de
treinamentos de força realizados com amplitudes total
e parcial de movimento / Bruna Gonçalves Cordeiro da
Silva. -- 2012.
103 f.

Orientador: Ronei Silveira Pinto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,
Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. Treinamento de força. 2. Amplitude de
movimento. 3. Adaptações neuromusculares. 4.
Adaptações morfológicas. I. Pinto, Ronei Silveira,
orient. II. Título.

**ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E MORFOLÓGICAS DE
TREINAMENTOS DE FORÇA REALIZADOS COM AMPLITUDES TOTAL
E PARCIAL DE MOVIMENTO**

TRABALHO APRESENTADO EM BANCA E APROVADO POR:

Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro – UFRGS

Prof. Dr. Marco Aurélio Vaz – UFRGS

Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro Marques – UnB

Conceito final: A

Porto Alegre, 23 de agosto de 2012.

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Aluna: Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva

AGRADECIMENTOS

Diversas pessoas foram fundamentais para a execução e conclusão deste trabalho. Primeiramente, gostaria de agradecer muito ao Prof. Ronei pelos ensinamentos e orientação desde a graduação, e também pela paciência e amizade durante estes anos.

Agradeço às pessoas que trabalharam diretamente comigo e muito me auxiliaram na coleta de dados: Regis Radaelli, Fernanda Weber e Amanda Peruzzolo, sem os quais não seria possível ter coletado algumas variáveis e ter realizado tantas sessões de testes. Agradeço aos que se voluntariaram a me auxiliar no treinamento: Geison Garcia e André Gotze, sem os quais, com certeza, tudo teria sido mais difícil e menos divertido.

Agradeço aos colegas e amigos do GPTF, que estiveram sempre prontos para me auxiliar e aconselhar em períodos difíceis. Especialmente à Cíntia Botton, que nesta fase final mostrou-se uma ótima companhia e grande amiga, e à Fernanda Weber, que desde o meu início na pesquisa foi uma grande amiga, companheira de coletas e me ajudou sempre.

Agradeço a todos os professores da EsEF/UFRGS que muito me ensinaram nestes seis anos e meio de graduação e mestrado. Além do Prof. Ronei, agradeço em especial ao Prof. Flávio Castro, que teve paciência e disponibilidade para me ensinar e ajudar nas minhas dúvidas de estatística. Agradeço, ainda, aos professores da minha banca examinadora, Prof. Flávio Castro, Prof. Marco Vaz e Prof. Martim Bottaro, pelas contribuições na qualificação do projeto e por terem aceitado o convite de avaliar minha dissertação e defesa.

Aos funcionários do PPGCMH e do LAPEX da EsEF/UFRGS, agradeço também por todo auxílio em todos momentos que precisei, principalmente ao André, Luciano, Dani e Luís, os quais muito solicitei durante estes dois anos.

Ainda, outras 41 pessoas foram fundamentais para a realização deste trabalho. Agradeço a todos os voluntários que participaram como “sujeitos” da

pesquisa, se comprometeram comigo e tornaram possível a conclusão deste estudo.

Gostaria de agradecer também àquelas pessoas que foram importantíssimas não só nestes anos de formação acadêmica até aqui, mas em diversos momentos da minha vida. Agradeço imensamente aos meus pais amados, Pedro e Helen, que me deram apoio para fazer faculdade e mestrado em Porto Alegre, educação e amor incondicional sempre. Minha mãe, que é meu exemplo de dedicação ao trabalho e à vida acadêmica. E agradeço também aos meus quatro queridos avós, que sempre me deram carinho e apoio.

Ao meu namorado, Eduardo, faço um agradecimento especial por estar do meu lado desde o momento que saí de Pelotas e ingressei na faculdade em Porto Alegre, acompanhando todo o meu caminho até aqui. Agradeço pelo carinho, amor, incentivo em todos estes anos, e, principalmente, por ter aguentado meus momentos de estresse e ouvido meus desabafos, sempre com palavras positivas para me falar.

Aos meus grandes amigos de Pelotas e Porto Alegre, sou muito grata pelos momentos de alegria, pelas risadas, pelo carinho e apoio que sempre me deram. Cito aqui aqueles que, de alguma forma, foram importantes neste período de formação e trabalho intenso. Aos “QA’s”, queridos amigos, sempre presentes me fazendo rir, ouvindo minhas reclamações e me incentivando a ir atrás dos meus objetivos: Cacá, Esther, Gilmar, Guilherme, João Pedro, Juliana, Max e Paula. Às minhas amigas de sempre: Alice, Caroline e Rebeca, que me mostraram que para amizades verdadeiras não existe distância. Ao meu amigo Stéfano, que junto com a Caroline, foi uma agradável companhia em Porto Alegre e, os dois, foram grandes incentivadores em momentos difíceis. E, por fim, à minha amiga Keila, que desde o primeiro dia de faculdade foi uma grande companheira.

Muito obrigada.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar as adaptações neuromusculares e morfológicas de treinamentos de força realizados com amplitudes parcial e total de movimento nos músculos flexores de cotovelo e extensores de joelho. Participaram do estudo 41 voluntários do sexo masculino destreinados em força ($23,78 \pm 3,27$ anos), divididos em três grupos: PS-TI (Parcial Superior – Total Inferior; $n=14$), TS-PI (Total Superior – Parcial Inferior; $n=16$) e GC (Grupo Controle; $n=11$). O grupo PS-TI realizou o treinamento de flexão de cotovelo em amplitude parcial (40° - 90°) e de extensão de joelho em amplitude total (90° - 0°). O grupo TS-PI realizou o treinamento de flexão de cotovelo em amplitude total (0° - 120°) e de extensão de joelho em amplitude parcial (60° - 30°). Os sujeitos treinaram duas vezes por semana por um período de 12 semanas. O GC não realizou o treinamento. Antes e após o período de treinamento, os sujeitos foram avaliados em parâmetros relacionados à força muscular dinâmica, resistência muscular, pico de torque isocinético, pico de torque isométrico em diferentes ângulos, ativação muscular dinâmica e isométrica em diferentes ângulos e hipertrofia muscular. Para a força muscular dinâmica, avaliada pelo teste de uma repetição máxima (1RM), o grupo TS-PI teve incrementos de 1RM de flexão de cotovelo (29,37%) maiores que PS-TI (18,42%) ($p<0,001$). Ainda, o grupo PS-TI teve incrementos de 1RM de extensão de joelho (25,69%) maiores que TS-PI (15,06%) ($p=0,038$). A resistência muscular, avaliada pelo teste de 60% de 1RM absoluto, mostrou, para a flexão de cotovelo e extensão de joelho, que o grupo que treinou em amplitude total realizou um número maior de repetições do que o que treinou em amplitude parcial o exercício avaliado. Não foram encontradas diferenças nos incrementos de picos de torque isocinético e isométrico em diferentes ângulos entre os grupos PS-TI e TS-PI na flexão de cotovelo e extensão de joelho. Não foram encontrados incrementos significativos de ativação muscular, avaliada durante os testes isocinéticos e isométricos em diferentes ângulos. Foram encontrados incrementos significativos de hipertrofia, avaliada pela espessura muscular, nos músculos flexores de cotovelo, sem diferença entre os grupos PS-TI e TS-PI. Quanto à espessura muscular nos extensores de joelho, o grupo PS-TI teve maiores incrementos quando comparado a TS-PI no somatório de todos os músculos extensores de joelho (6,74% vs. 5,02%) ($p=0,001$) e no somatório de três diferentes pontos avaliados no músculo vasto lateral (5,20% vs 3,37%) ($p=0,033$). Assim, todas as diferenças encontradas neste estudo foram a favor do treinamento em amplitude total de movimento, ainda que o grupo que treinou o exercício em amplitude parcial de movimento tenha treinado com cargas significativamente mais elevadas durante todo período de treinamento (PS-TI: 47,94% mais elevada na flexão de cotovelo; TS-PI: 61,32% mais elevada na extensão de joelho). Dessa forma, pode-se concluir que o treinamento de força em amplitude total de movimento causa melhores adaptações neuromusculares e morfológicas, sendo mais efetivo para incrementos de força, resistência e hipertrofia muscular de flexores de cotovelo e extensores de joelho em homens jovens.

Palavras-chave: treinamento de força, amplitude de movimento, adaptações neuromusculares, adaptações morfológicas.

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to compare neural and morphological adaptations of a partial range of motion versus a full range of motion strength training in the elbow flexors and knee extensors. Forty-one untrained men (23.78 ± 3.27 years) were divided into three groups: PU-FL (Partial Upper – Full Lower; $n=14$), FU-PL (Full Upper – Partial Lower; $n=16$) and CG (Control Group; $n=11$). The PU-FL group during the training performed elbow flexion with partial range of motion ($40^\circ - 90^\circ$) and performed knee extension with full range of motion ($90^\circ - 0^\circ$). The FU-PL group during the training performed elbow flexion with full range of motion ($0^\circ - 120^\circ$) and performed knee extensor with partial range of motion ($60^\circ - 30^\circ$). The subjects trained two times per week during 12 weeks. The CG did not train. Before and after training period, subjects were evaluated in parameters related to dynamic muscle strength, muscle endurance, isokinetic peak torque, isometric peak torque at different angles, dynamic and isometric (at different angles) muscle activation and muscle hypertrophy. For the dynamic muscle strength, evaluated by one repetition maximum (1RM) test, the increase in 1RM of the elbow flexion for the FU-PL group (29.37%) was greater than PU-FL group (18.42%) ($p<0.001$). Moreover, the increase in 1RM of the knee extension for the PU-FL group (25.69%) was greater than FU-PL (15.06%) ($p=0.038$). The muscle endurance, evaluated by 60% of 1RM test with absolute load in the elbow flexion and knee extension, showed the group that trained the exercise with full range of motion performed a greater number of repetitions than those trained the evaluated exercise with partial range of motion. No differences were observed between PU-FL and FU-PL groups for the increase for isokinetic or isometrics, at different angles, peaks torque in elbow flexion and knee extension. No significant findings were observed for muscle activation measured during isokinetic and isometrics tests. There were significant increases on muscle hypertrophy, evaluated by muscle thickness, of the elbow flexors, but no difference were observed between PU-FL and FU-PL groups. For the muscle thickness of the knee extensors, the increase for the PU-FL group was greater than FU-PL group at sum of all knee extensors muscles (6.74% vs. 5.02%) ($p=0.001$) and at sum of three different points evaluated in the vastus lateralis muscle (5.20% vs. 3.37%) ($p=0.033$). Thereby, all the differences found in this investigation were in favor of full range of motion training, despite the group that trained with partial range of motion have been used higher loads throughout the training period (PU-FL: 47.94% higher in elbow flexion; FU-PL: 61.32% higher in knee extension). Thus, we can conclude that strength training with full range of motion causes better neural and morphological adaptations, being more effective for increase in strength, endurance and muscle hypertrophy in the elbow flexors and knee extensors of the young men.

Key-words: strength training, range of motion, neural adaptations, morphological adaptations.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Treinamento de força.....	18
2.1.1 Variáveis agudas do treinamento de força	18
2.1.1.1 Organização das séries	19
2.1.1.2 Intensidade	19
2.1.1.3 Períodos de recuperação.....	20
2.1.1.4 Seleção e ordem dos exercícios	20
2.1.2 Adaptações ao treinamento de força.....	21
2.1.2.1 Adaptações neuromusculares	22
2.1.2.2 Adaptações morfológicas	24
2.2 Amplitudes parcial e total de movimento	26
2.2.1 Especificidade angular e transferência de força	28
2.2.2 Treinamento de força em diferentes amplitudes.....	29
3 MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Problema de pesquisa	33
3.2 Método.....	33
3.3 População.....	33
3.4 Amostra	34
3.4.1 Cálculo Amostral	35
3.4.2 Critérios de inclusão	35
3.4.3 Critérios de exclusão.....	36
3.5 Definição operacional das variáveis.....	36

3.5.1 Variáveis de caracterização	36
3.5.2 Variáveis independentes	37
3.5.3 Variáveis dependentes	37
3.6 Equipamentos	39
3.6.1 Equipamentos para avaliação antropométrica.....	39
3.6.2 Equipamentos para testes de força e treinamento	39
3.6.3 Equipamentos para mensurar espessura muscular.....	42
3.7 Protocolos de avaliação	43
3.7.1 Sessões de testes realizados anteriormente ao período de treinamento.....	43
3.7.2 Sessões de testes realizados após o período de treinamento.....	44
3.7.3 Desenho experimental simplificado do estudo	45
3.8 Procedimentos metodológicos	45
3.8.1 Avaliação antropométrica	45
3.8.2 Testes de 1RM e 60% de 1RM.....	46
3.8.3 Teste isocinético.....	48
3.8.4 Testes isométricos	50
3.8.5 Coleta do sinal eletromiográfico	51
3.8.5.1 Aquisição dos sinais EMG	52
3.8.5.2 Tratamento dos sinais EMG	52
3.8.6 Avaliação da espessura muscular	54
3.9 Treinamento	56
3.9.1 Exercícios	56
3.9.1.1 Exercícios selecionados.....	56
3.9.2 Intensidade	57
3.9.3 Periodização	57
3.10 Análise estatística	58
4 RESULTADOS	60
4.1 Caracterização da amostra	60

4.2 Adaptações neuromusculares e morfológicas	61
4.2.1 Variáveis relacionadas à força muscular	61
4.2.1.1 Força muscular dinâmica (1RM)	61
4.2.1.2 Resistência Muscular (60% de 1RM absoluto)	63
4.2.1.3 Picos de Torque	64
4.2.2 Ativação muscular	69
4.2.3 Espessura muscular	72
4.3 Cargas de treinamento	75
5 DISCUSSÃO	78
6 CONCLUSÕES	89
7 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS	90
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS	99
ANEXO 1	99
ANEXO 2	101
ANEXO 3	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Banco Scott utilizado.....	40
Figura 2 - Equipamento de extensão de joelhos utilizado.	40
Figura 3 - Hastes metálicas para limitar a amplitude de movimento.....	41
Figura 4 - Adaptação do banco Scott no dinamômetro.....	50
Figura 5 - Exemplo do recorte do sinal EMG das contrações isocinéticas.	53
Figura 6 - Exemplo do recorte do sinal EMG das contrações isométricas.	54
Figura 7 - Exemplo de imagem de espessura muscular obtida por ultrassonografia.	54
Figura 8 - Percentual de alteração de 1RM de flexão de cotovelo após o período de treinamento.. ..	62
Figura 9 - Percentual de alteração de 1RM de extensão de joelho após o período de treinamento.. ..	63
Figura 10 - Percentual de alteração de pico de torque dos testes isocinético e isométricos nos ângulos de 10°, 90° e 120° de flexão de cotovelo após o período de treinamento.. ..	66
Figura 11 - Percentual de alteração de pico de torque dos testes isocinético e isométricos nos ângulos de 5°, 60° e 90° de extensão de joelho após o período de treinamento.	69
Figura 12 - Percentual de alteração da espessura muscular dos flexores de cotovelo após o período de treinamento	73
Figura 13 - Percentual de alteração da espessura muscular dos extensores de joelho após o período de treinamento.....	75
Figura 14 - Cargas de treinamento de flexão de cotovelo utilizadas em cada microciclo de treinamento.....	76
Figura 15 - Cargas de treinamento de extensão de joelho utilizadas em cada microciclo de treinamento.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Desenho experimental simplificado do estudo.	45
Quadro 2 - Fatores de correção propostos por Lombardi (1989).	47
Quadro 3 - Periodização do treinamento.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores em média \pm DP de caracterização da amostra.....	60
Tabela 2 - Valores em Média \pm DP do teste de 1RM de flexão de cotovelo.....	61
Tabela 3 - Valores em Média \pm DP do teste de 1RM de extensão de joelho.....	62
Tabela 4 - Valores em Média \pm DP do número de repetições do teste de 60% de 1RM absoluto de flexão de cotovelo.	64
Tabela 5 - Valores em Média \pm DP do número de repetições do teste de 60% de 1RM absoluto de extensão de joelho.	64
Tabela 6 - Valores em Média \pm DP do pico de torque isocinético e isométrico em 10°, 90° e 120° de flexão de cotovelo.	65
Tabela 7 - Valores em Média \pm DP do pico de torque isocinético e isométrico em 5°, 60° e 90° de extensão de joelho.	67
Tabela 8 - Valores em Média \pm DP do sinal eletromiográfico obtido durante o teste isocinético de cinco repetições e os testes isométricos em 10°, 90° e 120° de flexão de cotovelo.	70
Tabela 9 - Valores em Média \pm DP do sinal eletromiográfico obtido durante o teste isocinético de cinco repetições e os testes isométricos em 5°, 60° e 90° de extensão de joelho.	71
Tabela 10 - Valores em Média \pm DP da espessura muscular dos flexores de cotovelo.....	72
Tabela 11 - Valores em Média \pm DP da espessura muscular dos extensores de joelho.....	74

LISTA DE DEFINIÇÕES

Uma repetição máxima (1RM): carga máxima em kg com que o indivíduo é capaz de realizar apenas uma repetição para um dado exercício, com controle de ritmo de execução e amplitude total de movimento.

Teste de 60% de 1RM: avalia o número de repetições que o indivíduo consegue realizar com 60% da carga de sua 1RM de um exercício com controle de ritmo de execução e amplitude total de movimento.

Repetições máximas: método alternativo para identificar a carga ou intensidade do treinamento, definido como o número de repetições desenvolvidas até a falha do movimento para uma dada carga. Ainda, por exemplo, 10 repetições máximas corresponde à carga em kg que o indivíduo consegue realizar 10 repetições e nenhuma mais com controle de ritmo de execução e amplitude de movimento selecionada.

Pico de torque: valor mais alto de torque que o sujeito consegue atingir em um determinado número de repetições ou em um determinado período de tempo, podendo ser considerada como a produção de força máxima que o sujeito consegue realizar. É calculado a partir do produto da força máxima (aplicada no dinamômetro) pela distância (comprimento do segmento) e tem como resultado um valor na unidade de Newton metros (Nm).

Intensidade: carga que será utilizada nos exercícios.

1 INTRODUÇÃO

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

Com relação a exercícios executados com amplitude total ou parcial de movimento, sabe-se que a capacidade de produção de força muscular e a carga externa aplicada às articulações variam ao longo de toda a amplitude de movimento. Essa variação ocorre devido às características externas da resistência e às características e conformação interna dos músculos envolvidos em exercícios de força específicos. Análises da curva de força de qualquer exercício realizado possibilitam observar os ângulos articulares de maior e menor produção de força (KULIG *et al.*, 1984). Um exemplo é o exercício rosca bíceps, em que o ponto máximo de produção de força geralmente ocorre aos 90° de flexão do cotovelo, enquanto valores mais baixos de produção de força são encontrados próximos da flexão máxima e extensão máxima (0°) desta articulação (KULIG *et al.*, 1984; SULLIVAN *et al.*, 1996). Já para a extensão do joelho, o ponto máximo de produção de força ocorre entre 60° e 70° de flexão do joelho e os valores mais baixos são encontrados próximos a extensão máxima do joelho (0°) (PHILLIPS *et al.*, 2000; COOMBS; GARBUTT, 2002).

Baseado nisso, muitos atletas e indivíduos mais experientes no treinamento de força utilizam o treinamento em amplitudes parciais para, dessa forma, aproveitar os ângulos em que é possível produzir mais força, empregando assim maiores sobrecargas durante a execução dos exercícios (MOOKERJEE; RATAMESS, 1999; MASSEY *et al.*, 2004; MASSEY *et al.*, 2005; CLARK *et al.*, 2008). Utilizando-se dessa técnica de execução, acreditam obter maiores ganhos de força. Ademais, muitas vezes esta técnica passa a ser reproduzida também por sujeitos iniciantes em treinamento de força, os quais, em geral, espelham-se nos mais experientes.

É bem demonstrado na literatura que testes de força realizados com amplitude parcial de movimento produzem respostas agudas mais significativas, como maiores picos de torque e a possibilidade de deslocar maiores sobrecargas, em comparação à amplitude total de movimento (SULLIVAN *et al.*, 1996; MOOKERJEE; RATAMESS, 1999; CLARK *et al.*, 2008). Apesar disso, quanto às respostas crônicas de treinamentos realizados com amplitudes parcial e total de movimento, não se tem evidências conclusivas. Massey *et al.* (2004) realizaram 10 semanas de treinamento de força em amplitude parcial e total de movimento no exercício supino, com homens jovens, e não encontraram diferenças entre os grupos na força muscular após o treinamento. Já Massey *et al.* (2005), em um estudo semelhante ao anterior, encontraram, para uma amostra de mulheres destreinadas, maior incremento de força muscular no grupo que treinou em amplitude total de movimento. Ainda, Pinto *et al.* (2012) também realizaram 10 semanas de treinamento de força em amplitude parcial e total de treinamento, com homens jovens destreinados, no exercício de flexão de cotovelo e encontraram maior incremento de força muscular no grupo que treinou em amplitude total. Ademais, este último estudo foi o primeiro a investigar a hipertrofia muscular em resposta aos treinamentos em amplitude parcial e total de movimento e não foi encontrada diferença na hipertrofia entre os dois grupos.

Estudos que realizaram testes isométricos observaram que os ganhos de força por adaptação neuromuscular parecem estar associados a ganhos de força específicos aos ângulos treinados (LINDH, 1979; THÉPAUT-MATHIEU *et al.*, 1988; GRAVES *et al.*, 1989; KITAI; SALE, 1989). Além disso, são encontrados ganhos de

força semelhantes 20° acima e abaixo dos ângulos treinados de forma isométrica (LINDH, 1979; BARAK *et al.*, 2004). Estes ganhos de força são, na maioria das vezes, atribuídos às adaptações responsáveis pelo aumento de força muscular a partir de hipertrofia (aumento do volume e força muscular ao longo de toda amplitude do músculo), e menos atribuídos a adaptações neuromusculares (KITAI; SALE, 1989; McNAIR; STANLEY, 1996; BARAK *et al.*, 2004). Essas evidências parecem demonstrar que os ganhos em força de forma crônica em amplitudes parciais de treinamento podem estar também associados à hipertrofia muscular, sendo necessário um período maior de treinamento para garantir que ganhos superiores de força possam ocorrer.

Sendo assim, percebe-se que quanto às respostas crônicas de treinamentos de força realizados em amplitude parcial e total de movimento, ainda é necessária a realização de mais estudos que avaliem adaptações neuromusculares e morfológicas e também diferentes exercícios, uma vez que a maioria dos estudos crônicos sobre o tema utilizam apenas exercícios para membros superiores. Dessa maneira, por meio dos resultados encontrados nesse estudo, poder-se-á compreender melhor as implicações de treinamentos de força realizados com amplitude parcial e total de movimento, bem como comparar as adaptações neuromusculares e morfológicas de cada um. Esses achados terão aplicabilidade prática no momento de prescrever um treinamento para determinado indivíduo, levando em consideração alterações estéticas ou relacionadas ao desempenho, ou mesmo relacionadas com reabilitação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar e comparar as adaptações neuromusculares e morfológicas de dois tipos de treinamento de força, com amplitude parcial e amplitude total de movimento nos músculos flexores de cotovelo e extensores de joelho.

1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar e comparar os valores pré e pós período de treinamento e entre as condições amplitude parcial de movimento, amplitude total de movimento e controle, para os grupos musculares flexores do cotovelo e extensores do joelho as seguintes variáveis:

- a) Os valores em kg de uma repetição máxima (1RM);
- b) O número de repetições realizadas com 60% de 1RM;
- c) O pico de torque isocinético a 60°/s;
- d) O pico de torque isométrico em ângulos treinados nas condições de amplitude parcial e amplitude total de movimento: 90° de flexão de cotovelo, 60° de extensão de joelho;
- e) O pico de torque isométrico em ângulos não treinados na condição de amplitude parcial de movimento: 10° e 120° de flexão de cotovelo, 5° e 90° de extensão de joelho;
- f) A ativação muscular do bíceps braquial (BB), reto femoral (RF), vasto lateral (VL) e vasto medial (VM) durante contrações dinâmicas isocinéticas e contrações isométricas em diferentes ângulos;
- g) A espessura muscular dos flexores do cotovelo, BB e braquial (BR) e dos extensores do joelho, RF, VL, VM, vasto intermédio (VI), e em BB e VL a espessura muscular em três diferentes pontos;
- h) As cargas de treinamento utilizadas na condição de amplitude parcial e amplitude total de movimento durante todos microciclos de treinamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Treinamento de força

O treinamento de força hoje é uma das formas mais populares de atividade física procurada com o objetivo de melhora da saúde em geral. Faigenbaum (2000) afirma que independente da faixa etária, alguns dos benefícios do treinamento de força são: o aumento da força muscular, da massa muscular, da potência muscular e da resistência muscular localizada. Além destes, o autor lista a melhora da composição corporal, da saúde mental e do bem-estar, como também a diminuição do risco de lesões.

Entretanto, para que esses benefícios sejam alcançados, deve-se ter atenção às variáveis agudas do treinamento de força, que determinarão o alcance ou não dos objetivos requeridos com o treinamento.

2.1.1 Variáveis agudas do treinamento de força

Uma sessão de treinamento corresponde a uma combinação de variáveis que irá produzir determinados estímulos de exercício, de maneira que a escolha para cada uma dessas variáveis é que determinará as demandas fisiológicas da sessão (KRAEMER, 2003). Kraemer (1983) definiu cinco variáveis principais do treinamento de força: organização das séries, intensidade, períodos de recuperação, seleção dos exercícios e ordem dos exercícios, que afetariam os resultados de um treinamento. Para Hatfield *et al.* (2006), o sucesso de uma sessão de treinamento de força depende da manipulação das variáveis agudas para maximizar os resultados que se pretende com o treinamento e determinar quais as adaptações que serão geradas com o mesmo.

2.1.1.1 Organização das séries

A organização das séries envolve o número de séries para cada exercício em um programa de treinamento de força, e está diretamente relacionada com o objetivo do mesmo. Esta variável afetará o volume total da sessão de treino.

Para indivíduos destreinados, a literatura aponta que o mais adequado é a utilização de séries simples no seu período inicial de treinamento; já para indivíduos treinados, a utilização de séries múltiplas parece ser mais efetiva (BIRD *et al.*, 2005). Wolfe *et al.* (2004), que realizaram um estudo com abordagem meta-analítica para investigar a existência de pesquisas sobre a utilização de séries simples e séries múltiplas em programas de treinamento de força, corroboram com esta idéia. No entanto, de maneira geral, ainda não há consenso na literatura sobre a questão do volume de séries.

2.1.1.2 Intensidade

Esta variável é considerada por muitos pesquisadores da área como a mais importante (BIRD *et al.*, 2005). Ela pode ser avaliada como o percentual de uma repetição máxima (1RM), e para que se consiga um incremento da força muscular deve-se treinar com no mínimo 60% de 1RM (FLECK; KRAEMER, 2006).

Tal importância à intensidade é dada, pois ela determinará quais adaptações ocorrerão com o treinamento. Além disso, ela corresponde à carga que será utilizada nos exercícios. Esta carga a ser utilizada é inversamente proporcional ao número de repetições, ou seja, quanto mais alta é a intensidade (carga), menor será o número de repetições e vice-versa (SHIMANO *et al.*, 2006).

Dessa maneira, Hatfield *et al.* (2006) declaram que é o número de repetições que será executado em uma certa intensidade que determinará quais serão os efeitos e adaptações sobre a força muscular com o treinamento. Estes mesmos autores afirmam que será desenvolvida: a força máxima com menor número de repetições e cargas mais altas (1-5 repetições com 80-100% de 1RM), a hipertrofia muscular com número de repetições moderado (8-12) e cargas

também moderadas, e a resistência muscular com alto número de repetições e cargas leves.

2.1.1.3 Períodos de recuperação

Esta variável diz respeito aos intervalos tanto entre as séries de um exercício, quanto de um exercício para outro, ou ainda entre as sessões de treino. Sabe-se também que ela está estritamente relacionada à intensidade da sessão de treino, aos objetivos do treinamento e à condição do indivíduo.

Segundo Smilios *et al.* (2003), quando o objetivo do treinamento é potência, de cinco a oito minutos de repouso entre as séries são necessários, enquanto que para desenvolver força máxima os autores afirmam que são de três a cinco minutos; já para hipertrofia muscular o período de repouso deve ser de um e dois minutos e de 30 a 60 segundos para resistência muscular.

2.1.1.4 Seleção e ordem dos exercícios

A seleção dos exercícios compreende a escolha dos exercícios para um programa de treinamento de força. Bird *et al.* (2005) afirmam que há diversos termos para classificar tipos de exercício, mas que todos são baseados no tamanho da área muscular envolvida.

A ordem dos exercícios consiste na sequência em que os exercícios serão executados em um programa de treinamento. Os exercícios que movimentam uma única articulação (mono-articulares) são freqüentemente utilizados para isolar grupos musculares específicos (HASS *et al.*, 2001) e podem apresentar menores riscos de lesão (ACMS, 2002). Entretanto, exercícios multi-articulares exigem uma maior coordenação inter e intramuscular (KRAEMER *et al.*, 2002) e, de uma forma geral, quanto à ordem dos exercícios, estes devem vir antes dos exercícios mono-articulares em uma sessão de treino (HASS *et al.*, 2001).

Bird *et al.* (2005) afirmam que esta recomendação de se executar primeiramente exercícios multi-articulares deve-se ao fato de que este tipo de exercício é mais intenso, levando a uma mobilização de maiores massas musculares, promovendo um maior gasto total de energia do que aqueles que mobilizam pequenas massas musculares, como os exercícios mono-articulares. Os mesmos autores ainda declaram que tanto exercícios mono-articulares quanto multi-articulares devem estar presentes no treinamento, pois são efetivos para o incremento da força e da hipertrofia muscular. Platonov (2004) afirma que não é conveniente priorizar o desenvolvimento de certos grupos musculares, uma vez que o treinamento de força deve desenvolver de forma equilibrada a força dos músculos agonistas e antagonistas.

Além dos exercícios diferirem por envolverem uma ou mais articulações, eles podem diferir também pela maneira de execução. Quanto a isso, os exercícios podem ser executados de maneira unilateral ou bilateral, bem como com amplitude parcial ou amplitude total de movimento. Espera-se que essas últimas diferentes formas impliquem em diferentes adaptações em um treinamento e é isso que visa investigar este estudo, visto que há poucas informações na literatura com relação às respostas crônicas de treinamentos realizados em diferentes amplitudes de execução dos exercícios.

2.1.2 Adaptações ao treinamento de força

Diversos estudos mostram que de seis a 21 semanas de treinamento de força geram incrementos significativos na força muscular (BIRD *et al.*, 2005), e esses incrementos decorrentes do treino devem-se principalmente a mecanismos de adaptação neuromuscular e morfológica (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Na fase inicial do treinamento os ganhos de força são devido, principalmente, a adaptações neuromusculares, visto que as adaptações morfológicas ocorreriam em estágios mais avançados do treinamento (GABRIEL *et al.*, 2006).

2.1.2.1 Adaptações neuromusculares

As adaptações neuromusculares, segundo Gabriel *et al.* (2006) são decorrentes de mecanismos de ganho de força predominantes nas semanas iniciais de um programa de treinamento de força. Adaptações neuromusculares (neurais) são essencialmente mudanças na coordenação e aprendizado que facilitam o recrutamento e ativação dos músculos envolvidos durante uma atividade de força (FOLLAND; WILLIAMS, 2007) e podem ser verificadas por eletromiografia intramuscular e de superfície, por exemplo.

Segundo Folland e Williams (2007), os incrementos desproporcionalmente maiores de força muscular do que de tamanho muscular, principalmente nas semanas iniciais do treinamento de força, foram assumidos como evidência de fatores neurais para ganhos de força. A observação de ganhos de força muito maiores em contrações dinâmicas do que em contrações isométricas (RUTHERFORD; JONES, 1986) podem apresentar-se também como evidência de adaptações neuromusculares e de sua especificidade ao treinamento de força (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

Outras evidências de adaptações neuromusculares ao treinamento de força que podem ser consideradas são o efeito contralateral do treinamento e o treinamento imaginário. O primeiro consiste no incremento de força no membro contralateral àquele que foi treinado (ZHOU, 2000). Munn *et al.* (2005), por exemplo, realizaram treinamento de força unilateral de flexores de cotovelo e apenas um membro realizou o treinamento. Após seis semanas de treinamento, os sujeitos que realizaram três séries de flexão de cotovelo incrementaram significativamente a força (7%) do membro contralateral (não treinado). Já o segundo, consiste em contrações que são imaginadas e que parecem incrementar a força por indução de adaptações do sistema nervoso central (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

Uma das principais adaptações neuromusculares consiste no aumento na ativação muscular, agonista e sinergista. Este aumento deve-se, principalmente, a um aumento no recrutamento de unidades motoras ou na frequência de disparo. Este aumento na ativação muscular foi encontrado por diversos estudos logo nas

semanas iniciais do treinamento (HAKKINEN *et al.*, 1998a; HAKKINEN *et al.*, 2001; HAKKINEN *et al.*, 2003; REEVES *et al.*, 2005), tendo sido verificado em estudos com idosos, jovens, homens e mulheres (HAKKINEN *et al.*, 1998a).

A taxa ou frequência de disparo refere-se ao número de impulsos enviados para cada unidade motora. Com o treinamento de força, há o aumento da frequência de disparo e este aumento pode estar relacionado com os rápidos ganhos de força decorrentes do treino (GABRIEL *et al.*, 2006). Kamen e Knight (2004), por exemplo, encontraram aumento na taxa de disparo em condições máximas de uma sessão de teste para outra (19%), antes do início do treinamento, e após seis semanas de treinamento de força, a taxa de disparo máxima incrementou 15% em jovens e 49% em idosos.

Ainda, outra adaptação neuromuscular é a melhora na sincronização (GABRIEL *et al.*, 2006; FOLLAND; WILLIAMS, 2007), que consiste na simultânea ou quase simultânea ativação de unidades motoras. Entretanto, a técnica de eletromiografia de superfície para avaliar a sincronização é questionada (GABRIEL *et al.*, 2006). Fling *et al.* (2009), por meio de eletrodos intramusculares, encontraram uma maior sincronização em indivíduos treinados do que em indivíduos não treinados, concluindo assim que o treinamento de força melhorava a sincronização de unidades motoras.

Com relação às adaptações neuromusculares na musculatura antagonista àquela treinada, a literatura indica que com o treinamento de força pode ocorrer um decréscimo na sua ativação (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Sabe-se que a coativação antagonista diminui a produção de força, pois prejudica, por inibição recíproca, a habilidade de ativação dos agonistas. Carolan e Cafarelli (1992), por exemplo, encontraram uma diminuição significativa na ativação da musculatura antagonista logo na primeira semana de um programa de treinamento de força isométrico.

Todas estas adaptações neuromusculares, que podem acontecer com o treinamento de força, levam a uma melhora na coordenação intra e intermuscular tanto nos músculos agonistas quanto nos sinergistas envolvidos em determinada tarefa de força. Dessa maneira, tendo um músculo “mais coordenado”, é possível

produzir maior força e ser mais eficiente em determinadas atividades.

No entanto, cabe salientar que, embora muitos estudos utilizando a eletromiografia tenham encontrado incrementos significativos na ativação dos músculos agonistas (HAKKINEN *et al.*, 1998a; HAKKINEN *et al.*, 2001; HAKKINEN *et al.*, 2003; REEVES *et al.*, 2005) com o treinamento de força, são também encontrados na literatura diversos estudos que não encontraram nenhuma mudança significativa na eletromiografia após o treinamento (GARFINKEL; CAFARELLI, 1992; NARICI *et al.*, 1996; AAGAARD *et al.*, 2002). Folland e Williams (2007) afirmam que esses achados controversos em estudos com eletromiografia podem ser explicados por diversas questões metodológicas e interpretativas da eletromiografia de superfície, como problemas com colocação dos eletrodos, impedância variável da pele e do tecido subcutâneo e mudanças na morfologia dos músculos.

2.1.2.2 Adaptações morfológicas

As adaptações morfológicas são as principais responsáveis pelos incrementos de força nos estágios mais avançados do treinamento de força (BIRD *et al.*, 2005; FOLLAND; WILLIAMS, 2007). As adaptações morfológicas são aquelas que acontecem na forma e estrutura do músculo e podem ser verificadas por biopsia, ressonância magnética e ultrassonografia, por exemplo.

Uma das principais adaptações morfológicas ao treinamento de força é a hipertrofia, ou seja, o aumento no tamanho do músculo. A hipertrofia muscular é consequência de uma série de outras adaptações morfológicas, como o aumento no tamanho e no número de miofibrilas (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Narici *et al.* (1996) demonstraram que a hipertrofia ocorre de maneira linear logo no início do treinamento e permanece com crescimento linear até seis meses com o treinamento de força.

O aumento no tamanho das miofibrilas deve-se à adição de proteínas contráteis. Este aumento no tamanho miofibrilar foi verificado no estudo de

MacDougall *et al.* (1980) (*apud* FOLLAND; WILLIAMS, 2007) que encontraram, após seis meses de treinamento, um incremento de 16% na área de secção transversa da miofibrila. Além do aumento no tamanho da miofibrila, há também um aumento no número de miofibrilas com o treinamento de força. A proliferação miofibrilar acontece devido a rupturas nos discos Z e a sua divisão longitudinal (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Ainda, após uma sessão de treino de força de alta intensidade, tem-se um rápido aumento na síntese proteica miofibrilar que permanece elevada até 48 horas após uma sessão de treino, tendo seu pico em 24h após, e este incremento na síntese proteica está relacionado com o aumento no tamanho e número de miofibrilas (KOMI, 2003). Além disso, sabe-se que estas adaptações que acontecem na miofibrila estão diretamente relacionadas ao aumento na área da fibra muscular, que é também considerada uma adaptação morfológica ao treinamento de força (KOMI, 2003).

Dessa maneira, com o treinamento de força, há um aumento dos sarcômeros em paralelo e diâmetro das fibras, aumentando o material contrátil e o número de pontes cruzadas, resultando em uma maior capacidade de produção de força (FUKUNAGA *et al.*, 1997).

Além do aumento do tamanho da fibra muscular, encontra-se na literatura como uma possível adaptação morfológica ao treinamento de força a hiperplasia, que se refere a um aumento no número de fibras musculares (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). No entanto, a hiperplasia foi encontrada apenas em estudos com animais (GONYEA *et al.*, 1986), uma vez que em humanos a medida é de difícil realização e, por isso, esta ainda é uma adaptação controversa. Ademais, MacDougall *et al.* (1984) realizaram um estudo com um grupo de homens não praticantes de treinamento de força e um de fisiculturistas e, ao realizar uma estimativa do número de fibras de ambos os grupos, não encontraram diferença entre eles.

Com relação à hipertrofia, o treinamento de força pode levar também a uma hipertrofia seletiva, ou seja, diferentes hipertrofias nos diferentes músculos de um mesmo grupo muscular e uma hipertrofia não uniforme ao longo do comprimento muscular (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Esta hipertrofia seletiva já foi verificada

por diversos estudos no que se refere a diferentes músculos, como, por exemplo, o estudo de Housh *et al.* (1992), no qual foi encontrada uma hipertrofia de 23,3% no reto femoral e de 7,5% no vasto lateral. E, foi verificada também no que se refere a diferentes pontos ao longo do comprimento muscular, sendo um exemplo o estudo de Narici *et al.* (1989), que avaliou a hipertrofia em diversos pontos do reto femoral e encontrou uma hipertrofia que variou de 10 a 50% ao longo deste músculo. Além da hipertrofia seletiva, é possível que com o treinamento aconteça também uma hipertrofia preferencial de fibras do tipo II (fibras rápidas) (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

Relativo ao tipo de fibra muscular, no que tange às adaptações ao treinamento de força, tem-se com este uma elevação da porcentagem das fibras do tipo IIa (fibras rápidas, oxidativas e glicolíticas) e uma redução das fibras do tipo IIx (fibras rápidas e glicolíticas), sendo pouco provável uma mudança na proporção de fibras do tipo I (fibras lentas) (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Hakkinen *et al.* (1998b) apresentaram alterações de 2% para 6% na proporção de fibras do tipo IIa do vasto lateral e uma concomitante redução de 25% para 16% de fibras do tipo IIx deste músculo, após 10 semanas de treinamento de força.

Outra adaptação morfológica ao treinamento de força é a alteração na arquitetura muscular, como consequência de um aumento no volume muscular (hipertrofia). Sendo assim, é possível verificar mudanças na arquitetura muscular com o treinamento de força, como um aumento na área de secção transversa (HAKKINEN *et al.*, 1998a; AAGAARD *et al.*, 2001; HAKKINEN *et al.*, 2001; HAKKINEN *et al.*, 2003; DEFREITAS *et al.*, 2011), aumento da espessura muscular (ABE *et al.*, 2000; BOTTARO *et al.*, 2011; RONNESTAD *et al.*, 2011) e, ainda, aumento no ângulo de penetração das fibras (AAGAARD *et al.*, 2001).

2.2 Amplitudes parcial e total de movimento

A amplitude de movimento não está incluída no conjunto de variáveis agudas do treinamento de força, ainda que existam fortes especulações sobre a sua influência nas adaptações promovidas pelo treinamento de força. Mas pode-se

considerar que ela esteja relacionada tanto com a seleção dos exercícios, quanto à maneira de execução dos mesmos. Sobre tal, autores apontam algumas particularidades relacionadas ao tema.

Alguns a colocam como método de treinamento, admitindo a possibilidade de que os exercícios em amplitudes parciais possam ser mais efetivos do que em amplitudes totais de movimento. A eficiência desse método estaria associada à possibilidade de utilizar cargas mais elevadas durante o treino (MASSEY *et al.*, 2004). Isso porque cargas supra máximas seriam capazes de promover maiores ganhos de força pelo mecanismo de inibição neural e, ainda, porque a capacidade de produção de força muscular e a carga externa aplicada às articulações variam ao longo de toda a amplitude de movimento (MOOKERJEE; RATAMESS, 1999; MASSEY *et al.*, 2004, MASSEY *et al.*, 2005). Esta variação ocorre tanto devido às características externas da resistência, bem como às características e conformação interna dos músculos envolvidos em exercícios de força específicos, bem como a variação da distância perpendicular das linhas de força muscular ao longo do movimento. Assim, há ângulos articulares de maior e menor produção de força. Para a flexão de cotovelo, por exemplo, tem-se nos ângulos próximos a 90° de flexão uma maior produção de força (KULIG *et al.*, 1984; SULLIVAN *et al.*, 1996), e na extensão de joelho isso ocorre nos ângulos entre 60° e 70° (PHILLIPS *et al.*, 2000; COOMBS; GARBUTT, 2002). Com o uso de amplitude parcial, a execução dos exercícios ocorre nos ângulos com maior capacidade de produção de força e faz-se possível empregar maiores cargas, o que elevaria a intensidade do treino, e levaria a maiores ganhos em força.

No entanto, ao falar da eficiência do uso de amplitudes parciais, os autores geralmente baseiam-se em respostas agudas, não tendo sido encontradas as mesmas respostas nos estudos conduzidos de forma crônica (SULLIVAN *et al.*, 1996; MOOKERJEE; RATAMESS, 1999; MASSEY *et al.*, 2004; MASSEY *et al.*, 2005; CLARK *et al.*, 2008).

Alguns autores consideram a execução de exercícios em amplitudes parciais como uma alternativa em casos de reabilitação, nos quais os sujeitos possuem amplitude limitada de movimento (GRAVES *et al.*, 1989; GRAVES *et al.*,

1992). No entanto, Graves *et al.* (1989) demonstram que os ganhos em força podem ser inferiores em ângulos não treinados e salientam a maior eficiência de exercícios realizados ao longo de toda amplitude articular. Porém, muitos se utilizam apenas de testes e treinamento isométrico para verificar principalmente a transferência de força, não sendo possível afirmar com esses estudos se o treinamento em amplitude total de movimento é realmente mais efetivo para o desenvolvimento de força dinâmica em sujeitos saudáveis (LINDH, 1979; THÉPAUT-MATHIEU *et al.*, 1988; GRAVES *et al.*, 1989; McNAIR; STANLEY, 1996; BARAK *et al.*, 2004).

2.2.1 Especificidade angular e transferência de força

Estudos que avaliam os ganhos de força nos ângulos treinados e não treinados têm observado ganhos superiores naqueles treinados (THÉPAUT-MATHIEU *et al.*, 1988; GRAVES *et al.*, 1989; KITAI; SALE, 1989; McNAIR; STANLEY, 1996; BARAK *et al.*, 2004), mas têm encontrado também transferência de força para aqueles não treinados, e a abrangência desta transferência pode variar de 5° a 20° acima e abaixo dos ângulos treinados (GRAVES *et al.*, 1989; KITAI; SALE, 1989; BARAK *et al.*, 2004). No entanto, Thépaut-Mathieu *et al.* (1988) encontraram ganhos de força que variaram de 75° acima e 30° abaixo dos ângulos treinados, tendo isto variado de acordo com o ângulo que foi treinado isometricamente.

Estes ganhos de força superiores nos ângulos treinados, segundo os autores, estão relacionados com o princípio da especificidade angular (THÉPAUT-MATHIEU *et al.*, 1988; GRAVES *et al.*, 1989; KITAI; SALE, 1989; McNAIR; STANLEY, 1996; BARAK *et al.*, 2004). Os mecanismos responsáveis por esse princípio ainda não estão muito claros. Estudos, em geral, com períodos curtos de treinamento de força, relacionam o princípio da especificidade angular com ganhos de força nos ângulos treinados por meio de adaptações neuromusculares (LINDH, 1979; THÉPAUT-MATHIEU *et al.*, 1988; KITAI; SALE, 1989). Assim, ocorreria uma redução na resposta inibitória dos motoneurônios com conseqüente melhor recrutamento dos mesmos nos ângulos treinados (THÉPAUT-MATHIEU *et al.*,

1988).

Com relação ao mecanismo de transferência de força, acredita-se que possa estar relacionado com os incrementos nos elementos contráteis do músculo e adaptações relacionadas à hipertrofia, uma vez que são associados a melhoras gerais na capacidade do músculo (KITAI; SALE, 1989; McNAIR; STANLEY, 1996; BARAK *et al.*, 2004).

Muitos autores avaliam a transferência dos incrementos de força em ângulos muito distantes dos treinados e não observaram esta transferência. No entanto, semelhantes ganhos em força ao longo de toda a extensão não treinada seriam esperados se apenas a hipertrofia muscular pudesse explicar o fenômeno da transferência de força. Dessa forma, parece que os mecanismos fisiológicos responsáveis por esse fenômeno ainda precisam ser mais esclarecidos.

2.2.2 Treinamento de força em diferentes amplitudes

Alguns estudos têm comparado respostas de exercícios ou treinamentos realizados em amplitude parcial e amplitude total de movimento. Graves *et al.* (1989) investigaram os ganhos de força de três tipos de treinamento de extensão de joelho, um em amplitude total (120°- 0°) e dois em amplitude parcial (120°- 60° e 60°- 0°). Avaliaram pré e pós treinamento a força isométrica em diferentes ângulos, que abrangiam toda amplitude. Após 10 semanas de treinamento encontraram que o grupo amplitude que treinou de 60° a 0° treinou com cargas mais elevadas que os outros grupos. Encontraram também que o grupo que treinou com amplitude total obteve ganhos de força em todos os ângulos testados; já o grupo que treinou de 120° a 60°, não melhorou nos ângulos próximos a 0°, enquanto o que treinou de 60° a 0°, em ângulo próximo a 120°. Os grupos de amplitude parcial de movimento obtiveram ganhos significativamente maiores nos ângulos treinados do que nos não treinados.

Graves *et al.* (1992) realizaram 12 semanas de treinamento de extensão lombar dinâmica com três grupos, um em amplitude total (72°- 0°) e dois em

amplitude parcial de movimento (72°-36° e 36°-0°). Avaliaram os ganhos de força em diferentes ângulos, que abrangiam toda amplitude, de forma isométrica. Não encontraram diferenças entre os grupos de amplitude parcial e total de movimento em nenhum ângulo avaliado, mas os maiores ganhos de força foram nos grupos de amplitude parcial nos ângulos treinados.

Sullivan *et al.* (1996) avaliaram de forma aguda respostas cardiovasculares e o trabalho de séries de rosca bíceps executadas com amplitude total e com variadas amplitudes parciais em uma mesma série. Na condição de amplitude parcial foram encontradas maiores respostas cardiovasculares, metabólicas e sistêmicas (frequência cardíaca, lactato e percepção de esforço) e também maior quantidade de trabalho para uma dada quantidade de tempo. Os autores justificaram seus resultados pela tensão constante desenvolvida em amplitudes parciais, que aumentou a produção de torque e limitou o fluxo sanguíneo, elevando a frequência cardíaca e a percepção de esforço. No entanto, a sessão de treinamento de amplitude total e parcial tinham diferentes números de repetições durante as quatro séries, uma vez que os autores equalizaram as repetições da parcial de acordo com os graus de movimento da total. Assim, a sessão parcial de movimento teve um número quase três vezes maior de repetições executadas nas quatro séries quando comparado ao número de repetições executadas nas quatro séries em amplitude total de movimento.

Mookerjee e Ratamess (1999) tinham como propósito investigar as diferenças na força após uma exposição aguda do exercício supino em amplitude parcial e amplitude total de movimento. Avaliaram os valores de 1RM e 5RM em ambas as condições, tendo encontrado que em amplitude parcial houve aumento significativo de 1RM e 5RM. Estes autores especularam que o aumento da carga em amplitude parcial teria ocorrido devido à aprendizagem motora e melhora na coordenação dos músculos envolvidos, pois os sujeitos estavam acostumados ao treinamento em amplitude total de movimento.

Por outro lado, Massey *et al.* (2004) investigaram as respostas crônicas de três diferentes tipos de treinamento de força no supino (amplitude total, amplitude parcial, amplitude mista: total+parcial) em homens destreinados. Neste estudo não

foram encontradas diferenças significativas entre os três grupos no teste de 1RM após 10 semanas de treinamento, embora o grupo que treinou em amplitude parcial tenha treinado com cargas mais elevadas. Ainda, mesmo que não tenha havido diferença significativa entre os grupos, os que treinaram em amplitude parcial e amplitude total obtiveram maiores ganhos de força pós treinamento do que o grupo que combinou amplitudes totais com parciais.

Outro estudo similar a este último foi o de Massey *et al.* (2005), que também investigaram as respostas crônicas de três tipos de treinamento, como os supracitados, após 10 semanas em mulheres destreinadas. Diferentemente do estudo anterior, foram encontrados incrementos significativamente diferentes e maiores para o grupo que treinou em amplitude total de movimento do que os que treinaram em amplitude parcial ou com a combinação de amplitudes, embora, novamente, o grupo de amplitude parcial de movimento tenha treinado com cargas superiores (35% mais elevadas).

Já Reichard *et al.* (2005), avaliaram de forma aguda o teste isocinético de extensão e flexão de joelho em diferentes condições: um teste em amplitude total (0° - 90°) e outros três em amplitude parcial (0° - 30°, 30° - 60° e 60° - 90°). Os autores encontraram correlação entre força em termos absolutos de acordo com a amplitude articular avaliada, sendo a maior correlação no teste em amplitude total e em amplitude parcial intermediária (30° - 60°). Justificaram seus resultados pelo fato do ponto em que ocorre máxima produção de força dos extensores e flexores de joelho estar dentro da faixa abrangida pela amplitude parcial intermediária. As demais amplitudes do teste não apresentaram correlação significativa com o teste em amplitude total.

Ainda, Clark *et al.* (2008) avaliaram o pico de força e o trabalho concêntrico realizado durante 6RM de supino em quatro condições: amplitude total, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ da amplitude total. Os autores encontraram que nas condições de $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$, maiores cargas foram empregadas do que em $\frac{3}{4}$ e em amplitude total. Além disso, não foram encontradas diferenças no pico de força entre amplitude total e $\frac{3}{4}$ e entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$, sendo estas últimas com maiores picos de força. Com relação ao trabalho concêntrico por repetição, encontraram que este foi menor conforme menor era a

amplitude.

Clark *et al.* (2011) realizaram cinco semanas de treinamento no exercício supino com dois grupos, um de amplitude total e outro de amplitude variada. O grupo de amplitude variada realizava cada série com uma amplitude diferente, sendo a primeira em amplitude total, a segunda em $\frac{3}{4}$, a terceira em $\frac{1}{2}$, a quarta em $\frac{1}{4}$ da amplitude total e a quinta em amplitude total. Avaliaram pré e pós-treinamento diversos parâmetros de força e também a ativação muscular. Encontraram maior força em $\frac{1}{4}$ da amplitude e melhor lançamento da barra em toda amplitude e em $\frac{1}{2}$ da amplitude no grupo que treinou em amplitude variada. Os testes isométricos e a ativação muscular não apresentaram diferenças entre os grupos.

Ademais, Pinto *et al.* (2012) avaliaram os ganhos de força pelo teste de 1RM e de espessura muscular por ultrassonografia após 10 semanas de treinamento de força de flexão de cotovelo com dois grupos, amplitude total e amplitude parcial. Os autores encontraram maiores ganhos de força para o grupo que treinou em amplitude total de movimento, mesmo tendo este treinado com cargas menores. Os mesmos não encontraram diferenças nos ganhos de espessura muscular dos grupos.

As diferentes metodologias de avaliação e protocolos de treinamento dos estudos dificultam a comparação dos resultados. Além disso, os estudos supracitados demonstram que ainda há muito a ser explorado sobre o tema e que, principalmente com relação a respostas crônicas do treinamento de força em diferentes amplitudes, ainda não há evidências conclusivas, e é isto que visa investigar a presente pesquisa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Problema de pesquisa

O treinamento de força realizado com amplitude parcial de movimento provoca diferentes adaptações neuromusculares e morfológicas em comparação ao treinamento de força realizado com amplitude total de movimento?

3.2 Método

A pesquisa é de caráter quase experimental multivalente, pois a amostra foi composta por três grupos, sendo que dois participaram do treinamento e um foi controle. Os sujeitos foram distribuídos entre os grupos, de forma pareada, a partir dos coeficientes de 1RM pela massa corporal dos sujeitos.

Os coeficientes foram obtidos pelo valor de 1RM dividido pelo valor da massa corporal de cada sujeito, para os exercícios flexão de cotovelo e extensão de joelho. Assim, o quociente obtido de cada exercício foi determinado como o coeficiente e este valor de coeficiente foi utilizado como referência para distribuir os sujeitos nos grupos de forma pareada.

3.3 População

Constituída de homens jovens com idades entre 18 e 30 anos, que não praticam treinamento de força (destreinados) há pelo menos três meses do início da pesquisa.

3.4 Amostra

A amostra foi do tipo não aleatória voluntária. Para recrutamento da amostra foram adotadas algumas estratégias: a) foi enviado um e-mail para todos os alunos do curso de graduação e pós-graduação da ESEF/UFRGS; b) cartazes foram espalhados pela escola; c) por meio de comunicação oral e indicação. Os indivíduos foram informados sobre os procedimentos metodológicos desta investigação, assim como a forma que ocorreria o treinamento. Aqueles que se enquadraram nos critérios de inclusão e dela aceitaram participar, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 1). Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (nº20158) (Anexo 2).

Os voluntários compareceram em datas e horários pré-estabelecidos para as sessões de coleta de dados e posteriormente nos dias e horários de treinamento. Conforme os valores dos coeficientes estabelecidos, os sujeitos foram distribuídos de forma pareada em três grupos, sendo dois grupos experimentais e um controle. Os sujeitos que participaram dos grupos experimentais realizavam o exercício para membro superior (flexão de cotovelo) em uma condição (amplitude total ou amplitude parcial de movimento) e o exercício para membro inferior (extensão de joelho) em uma condição diferente. Abaixo segue a divisão dos grupos:

- Grupo PS-TI (n=14): composto por 14 sujeitos que treinaram durante 12 semanas o exercício para membro superior, flexão de cotovelo, em amplitude parcial (PS: Parcial Superior) e o exercício para membro inferior, extensão de joelho, em amplitude total (TI: Total Inferior). Para esses sujeitos, a flexão de cotovelo foi realizada no banco *Scott* partindo de 40° até 90° de flexão de cotovelo e a extensão de joelho partindo dos 90° até a extensão total (0°);
- Grupo TS-PI (n=16): composto por 16 sujeitos que treinaram durante 12 semanas o exercício para membro superior, flexão de cotovelo, em amplitude total (TS: Total Superior) e o exercício para membro inferior, extensão de joelho, em amplitude parcial (PI: Parcial Inferior). Para esses

sujeitos, a flexão de cotovelo foi realizada partindo da extensão total (0°) até a flexão total (aproximadamente 120°) e a extensão de joelho partindo de 60° até 30° de extensão;

- Grupo Controle (GC) (n=11): composto por 11 sujeitos que não participaram do treinamento e que foram instruídos a não realizar qualquer exercício de força que solicitasse demasiadamente os membros superiores e inferiores durante o período de 12 semanas.

3.4.1 Cálculo Amostral

Para cálculo do “n” amostral utilizou-se como referência o estudo de Massey *et al.* (2005) devido às semelhanças com o presente estudo.

O cálculo foi realizado para amostras pareadas através do programa PEPI versão 4.0, no qual foi adotado um nível de significância de $\alpha \leq 0,05$, com um poder de 90%. Com base nos desvios-padrão e nas diferenças entre as médias obtidas no estudo acima citado, o cálculo realizado demonstrou a necessidade de um “n” de no mínimo 30 indivíduos (divididos em três grupos) para este experimento.

3.4.2 Critérios de inclusão

- Homens jovens, com idade entre 18 e 30 anos;
- IMC não indicando obesidade (entre 18,5 e 29,9 kg/m²);
- Destreinados, sem ter praticado treinamento de força no período inferior a três meses do início do estudo;
- Saudáveis, sem limitações físicas ou problemas musculoesqueléticos, que contraindicassem a realização de exercícios de força.

3.4.3 Critérios de exclusão

- Sujeitos que estivessem envolvidos em alguma atividade física que exigisse demasiadamente os membros superiores e inferiores;
- Sujeitos que desenvolvessem alguma lesão articular ou muscular até o término da pesquisa que os impedisse de continuar treinando;
- Sujeitos dos grupos experimentais que tivessem duas faltas consecutivas ou mais do que quatro faltas até o término do treinamento.

3.5 Definição operacional das variáveis

3.5.1 Variáveis de caracterização

- Idade: idade em anos dos sujeitos no momento em que iniciaram a participação na pesquisa;
- Massa corporal: massa corporal em kg dos sujeitos medida em uma balança no início da pesquisa;
- Estatura: estatura em cm dos sujeitos medida em um estadiômetro no início da pesquisa;
- Gordura corporal: percentual de gordura corporal dos sujeitos avaliado por sete dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, abdominal, supra ilíaca e coxa) no início da pesquisa.

3.5.2 Variáveis independentes

- Exercício de força para membro superior de flexão de cotovelo, realizado no banco *Scott* com peso livre, executado em duas condições diferentes:
 - a) Flexão de cotovelo unilateral em amplitude total de movimento: realização da flexão do cotovelo partindo da extensão total (0°) até o ângulo correspondente à máxima flexão possível do cotovelo;
 - b) Flexão de cotovelo unilateral em amplitude parcial de movimento: realização da flexão do cotovelo partindo dos 40° até os 90° de flexão do cotovelo.
- Exercício de força para membro inferior de extensão de joelho, realizado no equipamento de extensão de joelhos com resistência variada, executado em duas condições diferentes:
 - a) Extensão de joelho unilateral em amplitude total de movimento: realização da extensão de joelho partindo do ângulo de 90° de flexão de joelho até a extensão total (0°);
 - b) Extensão de joelho unilateral em amplitude parcial de movimento: realização da extensão de joelho partindo do ângulo de 60° de flexão do joelho até 30° .

3.5.3 Variáveis dependentes

As variáveis dependentes abaixo referem-se à flexão de cotovelo e à extensão de joelho executadas de forma unilateral com o membro direito:

- Uma repetição máxima (1RM): carga máxima em kg com a qual o sujeito consegue realizar apenas uma repetição com controle de ritmo de execução e amplitude total de movimento, pré e pós treinamento;

- Resistência muscular: avaliada pelo teste de 60% de 1RM absoluto, corresponde ao número de repetições que o sujeito consegue realizar com 60% de 1RM da carga pré treinamento com controle de ritmo de execução e amplitude total de movimento, pré e pós treinamento;
- Pico de torque isocinético: maior torque realizado durante cinco repetições a 60°/s em um dinamômetro isocinético e que foi registrado e calculado pelo *software* do mesmo a partir do produto da força máxima (aplicada no dinamômetro) pela distância (comprimento do segmento), sendo o valor dado em Nm, pré e pós treinamento;
- Pico de torque isométrico em ângulo treinado: produção de força isométrica máxima, a partir do valor do maior torque obtido, e registrado pelo *software* do dinamômetro isocinético em Nm, durante cinco segundos de contração isométrica voluntária máxima em ângulos treinados nas condições amplitude total e parcial, 90° para a flexão de cotovelo e 60° para a extensão de joelho, pré e pós treinamento;
- Pico de torque isométrico em ângulo não treinado: valor do maior torque obtido, e registrado pelo *software* do dinamômetro isocinético em Nm, durante cinco segundos de contração isométrica voluntária máxima em ângulos não treinados na condição amplitude parcial, 10° e 120° para a flexão de cotovelo e 5° e 90° para a extensão de joelho, pré e pós treinamento;
- Ativação muscular: atividade eletromiográfica obtida a partir do valor *root mean square* (RMS) do músculo BB e do somatório dos valores RMS dos músculos RF, VL e VM durante contração dinâmica isocinética e contrações isométricas de flexão de cotovelo e extensão de joelho, respectivamente, realizadas no dinamômetro isocinético, pré e pós treinamento;
- Espessura muscular: distância entre o tecido subcutâneo e a aponeurose óssea dos flexores de cotovelo e extensores de joelho, obtida a partir de

imagem da ultrassonografia em um ponto dos músculos BB, BR, RF, VL, VM, VI e analisados os somatórios desses pontos para cada grupo muscular, e em três pontos (proximal, médio e distal) do BB e VL e analisados os somatórios dos três pontos de cada músculo, pré e pós treinamento;

- Cargas de treinamento: cargas em kg que os sujeitos terminaram cada microciclo de treinamento nos exercícios flexão de cotovelo e extensão de joelho.

3.6 Equipamentos

3.6.1 Equipamentos para avaliação antropométrica

- Balança de cilindro com braço de metal da marca Asimed (Barcelona, Espanha), com resolução de 1 mm: para medir a estatura e massa corporal;
- Plicômetro científico da marca Lange (Beta Technology Inc., Cambridge, Maryland, EUA) com precisão de 1 mm: para medir as dobras cutâneas;

3.6.2 Equipamentos para testes de força e treinamento

- Metrônomo modelo Wittner da marca Quartz (Alemanha): para o controle do ritmo de execução dos testes de 1RM e 60% de 1RM;
- Goniômetro de acrílico com resolução de 1° da marca Carci (São Paulo, Brasil): para ajustar a angulação das articulações no início dos testes de 1RM e 60% de 1RM, bem como para ajustar a angulação nos equipamentos de treinamento;

- Banco *Scott* da marca *Sculptor* (Porto Alegre, Brasil): para a realização dos testes de 1RM e 60% de 1RM e do treinamento de flexão de cotovelo (Figura 1);



Figura 1 - Banco *Scott* utilizado.

- Equipamento de resistência variada de extensão de joelhos da marca *Taurus* (Porto Alegre, Brasil): para a realização dos testes de 1RM e 60% de 1RM e do treinamento de extensão de joelho (Figura 2);



Figura 2 - Equipamento de extensão de joelhos utilizado.

- Hastes metálicas acopladas e externas aos equipamentos Banco Scott e extensão do joelho, respectivamente: desenvolvidas para auxiliar na limitação de amplitude de movimento, quando necessária, para o treinamento de flexão de cotovelo e extensão de joelho (Figura 3);

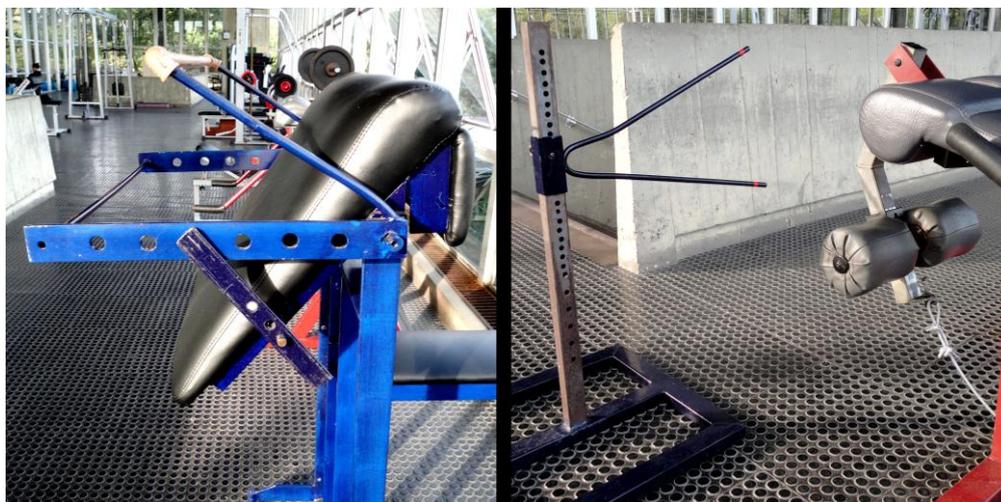


Figura 3 - Hastes metálicas para limitar a amplitude de movimento.

- Dinamômetro isocinético modelo Cybex Norm (Ronkokoma, Nova York, EUA): para a realização dos testes isocinéticos e isométricos;
- Dois Eletromiógrafos Miotool 400 de quatro canais da marca Miotec (Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, Brasil), pré-amplificados, com frequência de aquisição de 2000 Hz para cada canal, sendo a energia fornecida por um sistema de baterias: para a avaliação da atividade elétrica dos músculos;
- Eletrodos de superfície de configuração bipolar da marca Noraxon U.S.A., Inc. (Scottsdale, Arizona, EUA) com duas áreas circulares condutivas de diâmetro de 1 cm e distância inter-eletrodo de 2 cm: para a realização da eletromiografia;
- Multímetro digital da marca Smart modelo DT-830B: para controle da impedância antes da coleta de eletromiografia;

- Aparelhos de barbear descartáveis: para a tricotomia da pele antes da eletromiografia;
- Algodão hidrófilo e álcool em gel: para a abrasão da pele, após tricotomia dos pelos;
- Caneta dermatográfica: para marcar na pele os locais de colocação dos eletrodos;
- Folha de transparência: para ser utilizada nos mapas do posicionamento dos eletrodos de cada sujeito.

3.6.3 Equipamentos para mensurar espessura muscular

- Ultrassom portátil da marca Philips (VMI, Indústria e Comércio Ltda. Lagoa Santa, Brasil);
- Gel solúvel em água, para ser aplicado à pele;
- Transdutor de arranjo linear de 7,5 MHz;
- Caneta dermatográfica: para marcar na pele os pontos de avaliação da espessura muscular;
- Folha de transparência: para ser utilizada nos mapas de avaliação dos pontos de medição da espessura muscular de cada sujeito.

3.7 Protocolos de avaliação

3.7.1 Sessões de testes realizados anteriormente ao período de treinamento

Os testes pré treinamento foram realizados pelo menos uma semana antes do início do período de treinamento. Foram necessárias quatro sessões para realização dos testes. Entre todas as sessões foram dados intervalos de, no mínimo, 48 h para recuperação dos indivíduos entre as sessões, a fim de minimizar as possibilidades de influência da fadiga, pois foram realizados testes máximos nesses dias.

- Sessão A (1ª sessão): Consistiu de uma explicação dos objetivos e procedimentos metodológicos da pesquisa, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido e aplicação de um questionário de informações prévias (Anexo 3) por todos os sujeitos interessados em compor a amostra. Logo após, foi feita a ultrassonografia para avaliação da espessura muscular dos músculos BB, BR, RF, VL, VM e VI e, após esta, a familiarização com os testes no dinamômetro isocinético e de 1RM e 60% de 1RM. Esta sessão foi realizada no setor Neuromuscular do LAPEX e na sala de treinamento de força da ESEF/UFRGS.
- Sessão B: Avaliação antropométrica e realização dos testes de 1RM de flexão de cotovelo e extensão de joelho. Essas avaliações e testes foram realizados na sala de treinamento de força da ESEF/UFRGS.
- Sessão C: Reteste de 1RM e teste de 60% de 1RM. Após a realização destes testes, foi feita a familiarização dos sujeitos com os demais exercícios que compuseram o programa de treinamento e teste de repetições máximas (20RMs) nestes. Os procedimentos desta sessão foram realizados na sala de treinamento de força da ESEF/UFRGS.
- Sessão D: Aplicação dos testes no dinamômetro isocinético. Simultaneamente a estes testes foi coletado o sinal eletromiográfico (sinal

EMG) dos músculos BB, RF, VL e VM. Os testes desta sessão foram realizados no setor Neuromuscular do LAPEX da ESEF/UFRGS.

A ordem das sessões B e D foi randomizada, ou seja, alguns sujeitos iniciaram com os testes de 1RM e 60% de 1RM e depois realizaram os testes no dinamômetro isocinético, bem como o contrário. No entanto, a sessão C foi realizada sempre após a sessão B. Ainda, a sessão A foi sempre a primeira.

3.7.2 Sessões de testes realizados após o período de treinamento

Na semana após o término do período de treinamento (13ª semana), todos os testes foram repetidos. Após o treinamento foi, então, realizada a avaliação da espessura muscular dos músculos BB, BR, RF, VL, VI e VM, os testes de 1RM e 60% de 1RM absoluto de flexão de cotovelo e extensão de joelho, assim como todos testes no dinamômetro isocinético com simultânea coleta do sinal EMG dos músculos BB, RF, VL e VM.

Esses testes pós treinamento foram realizados em três sessões: uma para os testes de 1RM, uma para retestes destes e teste de 60% de 1RM e outra para os testes no dinamômetro isocinético. Essas sessões tiveram intervalo de no mínimo 48 h entre elas. A ordem das sessões foi randomizada como nos testes pré treinamento. Ainda, a realização da avaliação da espessura muscular foi sempre realizada na primeira sessão, junto com o teste de 1RM ou com os testes no dinamômetro isocinético, mas sempre antes da realização de qualquer teste de força.

Todos as avaliações e testes foram realizadas pelo mesmo avaliador pré e pós treinamento.

3.7.3 Desenho experimental simplificado do estudo

Os sujeitos de todos os grupos realizaram os mesmos procedimentos pré e pós treinamento, divididos por semanas (Quadro 1).

Quadro 1 - Desenho experimental simplificado do estudo.

Pré treinamento	Treinamento (semanas)												Pós treinamento
- 1 e 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 e 14
Familiarização; Composição corporal; Ultrassonografia; Testes de 1RM; Reteste de 1RM e testes de 60% de 1RM; Testes no Dinamômetro Isocinético.	Período do Treinamento de Força												Ultrassonografia; Testes de 1RM; Reteste de 1RM e testes de 60% de 1RM; Testes no Dinamômetro Isocinético.

3.8 Procedimentos metodológicos

3.8.1 Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi utilizada para a caracterização da amostra. Os indivíduos foram instruídos a comparecerem no local da avaliação com calção ou sunga que possibilitassem a mensuração das dobras cutâneas nos pontos determinados. Foram realizadas as medidas da estatura, massa corporal e, posteriormente, foram feitas as medidas das sete dobras cutâneas: peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, abdominal, supra ilíaca e coxa, de acordo com o

que foi descrito por Costa (2001), baseado em Jackson e Pollock (1978). As dobras cutâneas foram mensuradas na mesma ordem, três vezes cada uma, exceto se as duas primeiras apresentaram o mesmo valor. Se as três medidas apresentaram valores diferentes, foi considerada a de valor intermediário.

A equação de predição de densidade (DC) e gordura corporal (%G) de Jackson e Pollock foi utilizada, abrangendo uma população de homens entre 18 e 61 anos de idade.

- Equação da densidade corporal:

$$DC = 1,112 - 0,00043499 (ST) + 0,00000055 (ST)^2 - 0,00028826 (\text{idade em anos})$$

Sendo ST, o somatório das sete dobras (peitoral média + axilar média + tricipital + subescapular + abdominal + supra ilíaca + coxa).

- Equação para conversão da densidade corporal em percentual de gordura:

$$\text{Equação de Siri (1961) descrita por Costa (2001): } \%G = (4,95/DC - 4,5) \times 100$$

3.8.2 Testes de 1RM e 60% de 1RM

O teste de 1RM foi realizado em uma sessão, tendo os indivíduos já passado pela sessão de familiarização. A familiarização foi realizada para minimizar os efeitos da aprendizagem do exercício para o teste de 1RM (HATFIELD *et al.*, 2006). Após a sessão do teste de 1RM, com no mínimo 48 h de intervalo, foi realizada uma sessão para reteste de 1RM e realização do teste de 60% de 1RM.

Antes do teste de 1RM, foi realizado um aquecimento específico de cada exercício, no qual os sujeitos executaram uma série com 10 repetições utilizando a metade da carga inicial estimada para o teste e usando um ritmo de execução auto selecionado. Depois desse aquecimento, foram dados três minutos de repouso e logo após, iniciado o teste.

Para determinar a carga inicial do teste de 1RM de cada indivíduo para cada

exercício, foi utilizado o método de tentativa e erro, baseado nas informações do próprio avaliado, até ser atingido um número inferior a 10RM, sendo a carga então corrigida pela tabela de Lombardi (LOMBARDI, 1989) (Quadro 2), obtendo-se desta forma a 1RM estimada. Esta carga foi novamente testada e, se necessário, o mesmo procedimento foi realizado, com um intervalo de no mínimo três minutos, assim se procedendo até a obtenção de 1RM real. Dessa forma, a 1RM estimada foi sempre testada até que a 1RM real fosse encontrada. Não foi ultrapassado o número de cinco tentativas por sessão.

Para o teste, os indivíduos foram orientados a realizar os exercícios com o maior número de repetições possível, não passando de 10 repetições, no ritmo de execução pré-determinado de dois segundos para cada fase (concêntrica e excêntrica). Foi utilizado um metrônomo em 60 bpm (batimentos por minuto) para auxiliar no controle do ritmo de execução dos sujeitos.

Quadro 2 - Fatores de correção propostos por Lombardi (1989).

Número de repetições executadas	Fator de correção
1	1,00
2	1,07
3	1,10
4	1,13
5	1,16
6	1,20
7	1,23
8	1,27
9	1,32
10	1,36

Em outra sessão, foi realizado o reteste de 1RM. Nesta, após o aquecimento, foi testada a carga obtida na sessão anterior. Caso o valor de 1RM não se confirmasse e o sujeito realizasse mais de uma repetição ou não conseguisse realizar uma, os procedimentos de teste (descritos acima) eram

realizados até que fosse encontrada a carga que o sujeito conseguisse realizar apenas uma repetição nesta sessão. Os valores do teste e reteste foram utilizados para verificar a reprodutibilidade do teste pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) e o maior valor encontrado foi usado para as análises.

Após o reteste de 1RM, na mesma sessão, mas com um intervalo de no mínimo 10 minutos, foi iniciado o teste de resistência muscular de 60% de 1RM. Neste, foi verificada quantas repetições máximas o sujeito era capaz de realizar com 60% do valor de 1RM (60% de 1RM). Os sujeitos foram instruídos a realizar o número máximo de repetições possível em um ritmo de execução de dois segundos para cada fase, com auxílio de um metrônomo na cadência de 60 bpm. A falha foi definida como a incapacidade de executar a extensão/flexão totais e/ou em ritmo controlado. Após o treinamento, este teste foi o de 60% de 1RM absoluto, o qual é realizado com a carga pré treinamento, com o objetivo de verificar a resistência muscular para uma mesma carga pré e pós treinamento (ANDERSON; KEARNEY, 1982; CHANDLER; BROWN, 2008).

A amplitude do teste de 1RM e do teste de 60% de 1RM para o exercício de flexão de cotovelo foi partindo da extensão total até a flexão total e para o exercício de extensão de joelho foi partindo dos 90° de flexão até a extensão total.

Todos os sujeitos realizaram o teste de 1RM e de 60% de 1RM de forma unilateral com o membro direito, no banco *Scott* e com pesos livres para a flexão de cotovelo e em um equipamento de resistência variada para a extensão de joelho. Estes testes foram realizados sempre por um mesmo avaliador e a ordem foi randomizada entre os exercícios.

3.8.3 Teste isocinético

Para os testes no dinamômetro isocinético, o sujeito foi posicionado no dinamômetro isocinético Cybex Norm e logo após foi feito o seu ajuste ao mesmo, conforme recomendações do fabricante. Para o teste de flexão de cotovelo foi feita uma adaptação e utilizado um banco *Scott* junto ao dinamômetro, para que a

posição deste teste se aproximasse da posição de treinamento (Figura 4), tendo em vista que a posição sugerida pelo fabricante para esta articulação é em decúbito dorsal.

Para os testes de flexão de cotovelo e extensão de joelho, o eixo da articulação foi alinhado visualmente com o eixo de rotação do braço de alavanca do dinamômetro. Posteriormente, foram inseridos no *software* do dinamômetro os dados do sujeito para que se pudesse iniciar a coleta.

Antes do início do teste, os sujeitos realizaram um aquecimento de 10 repetições concêntricas a 120°/s no dinamômetro e na posição do teste, em que foram solicitados a não realizar força máxima. Após o aquecimento, foi dado um intervalo de repouso de um minuto e em seguida o teste foi iniciado. Estes procedimentos aconteceram pré e pós treinamento.

O protocolo de teste isocinético tanto para a articulação do cotovelo como para a do joelho consistiu em cinco repetições dinâmicas máximas de extensão e flexão concêntricas de cotovelo e de extensão e flexão concêntricas de joelho, de 0° a 130° de flexão de cotovelo e de 90° a 0° de extensão de joelho (0° = extensão completa). As repetições foram realizadas numa velocidade de 60°/s. Os sujeitos puderam visualizar suas curvas de torque no monitor do dinamômetro como *feedback* visual e durante todo o teste o sujeito foi motivado verbalmente para tentar obter seu melhor desempenho.

Os dados de pico de torque isocinético foram obtidos após correção automática da gravidade e comprimento do segmento, procedimentos realizados pelo próprio dinamômetro.

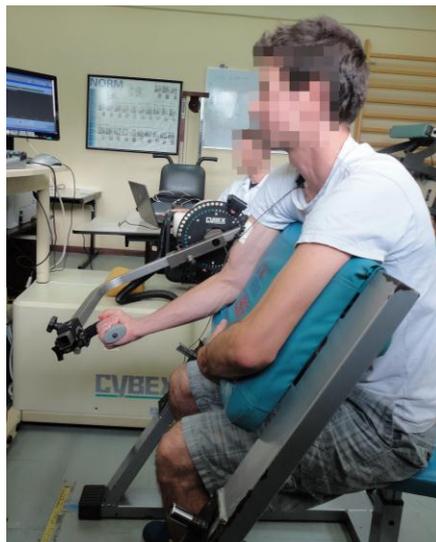


Figura 4 - Adaptação do banco Scott no dinamômetro.

3.8.4 Testes isométricos

Logo após o teste isocinético, os sujeitos permaneceram posicionados no dinamômetro e realizaram os testes de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) também no dinamômetro isocinético Cybex Norm.

Foram realizados três testes de CIVM de cinco segundos de duração para cada articulação. Foram selecionados três ângulos para a realização das CIVMs para cada articulação: 10°, 90° e 120° de flexão do cotovelo e 5°, 60° e 90° de extensão do joelho, sendo 0° considerado como a extensão total para ambas. Foram três tentativas em cada ângulo e a ordem dos ângulos foi randomizada para cada tentativa.

Durante as CIVMs os sujeitos também puderam visualizar suas curvas de torque no monitor do dinamômetro como *feedback* visual e durante todos as CIVMs os sujeitos foram motivados verbalmente para tentar obter seu melhor desempenho. O pico de torque isométrico utilizado foi o maior valor de torque durante os cinco segundos de contração e fornecido pelo dinamômetro após correção automática da gravidade e comprimento do segmento.

3.8.5 Coleta do sinal eletromiográfico

A coleta do sinal eletromiográfico (EMG) foi realizada simultaneamente aos testes realizados no dinamômetro isocinético (dinâmicos isocinéticos e isométricos). Para a coleta do sinal EMG, eletrodos de superfície de configuração bipolar, já descritos anteriormente, foram colocados no ventre muscular dos músculos BB, RF, VL e VM e de acordo com Leis e Trapani (2000). Sendo assim, o posicionamento do eletrodo no BB foi no ponto médio entre a origem e a inserção do músculo. O posicionamento no RF foi feito no ponto médio entre a espinha íliaca antero-superior (próximo a origem) e a patela (inserção) na parte anterior da coxa, no VL o eletrodo foi colocado de 8 a 10 cm acima da patela, localizado na região antero-lateral da coxa e o posicionamento do VM foi de 5 a 7 cm acima da patela antero-medialmente. Dessa forma, para o posicionamento dos eletrodos nos locais estabelecidos por Leis e Trapani (2000), foi utilizada uma fita métrica para medir os pontos então sugeridos entre a origem e inserção dos músculos (para localização do ventre muscular).

Antes da colocação dos eletrodos, foi realizada a tricotomia com lâmina descartável e abrasão da pele com algodão e álcool para a retirada da oleosidade e células mortas e, assim, diminuir a impedância da pele. A colocação dos eletrodos nos sujeitos foi realizada com o membro relaxado, com o indivíduo sentado. Para identificar o ponto, foi feita a localização de acordo com a referência utilizada e foi solicitado que o sujeito realizasse uma contração muscular (flexão de cotovelo e extensão de joelho) e o ponto, se necessário, foi remarcado.

A distância (centro a centro) intereletrodos foi de 2 cm. O nível de resistência entre os eletrodos foi medido e controlado antes de cada coleta com um multímetro digital, mantendo abaixo de 3000 Ohms (NARICI *et al.*, 1989). O eletrodo de referência (terra) foi posicionado na clavícula. Para assegurar que o posicionamento dos eletrodos fosse feito no mesmo local pré e pós treinamento, foi utilizado um mapa de avaliação para cada sujeito, de acordo com a proposição de Narici *et al.* (1989). Para isso, uma folha de transparência foi colocada sobre o segmento do sujeito no qual os eletrodos foram posicionados e foi identificado e

desenhado nela os pontos anatômicos, marcas na pele (manchas, pintas, cicatrizes) e também o ponto de posicionamento do eletrodo.

O sinal EMG de cada músculo foi coletado em microvolts (μv) e o sinal das contrações dinâmicas apresentados em percentual em relação ao sinal da CIVM escolhida para normalização (KALMAR e CAFARELLI, 2006).

3.8.5.1 Aquisição dos sinais EMG

Para cada CIVM e contração dinâmica, a aquisição do sinal eletromiográfico foi realizada por dois eletromiógrafos sincronizados entre si e sincronizados com o dinamômetro. Os sinais EMG e as curvas de torque foram transmitidas em conexão a um *notebook* com processador INTEL via porta USB. Neste *notebook* estava instalado o *software* Miograph, que possibilita a visualização *online* dos sinais e curvas, assim como a gravação dos arquivos com os dados de cada indivíduo avaliado. A aquisição das curvas e sinais EMG dos diferentes músculos foi efetuada com uma frequência de amostragem de 2000 Hz por canal (DE LUCA, 1997) e, especificamente para o sinal EMG, foram utilizados “ganhos” variando entre 1000 e 2000.

3.8.5.2 Tratamento dos sinais EMG

O tratamento dos sinais foi realizado no programa Sistema de Aquisição de Dados 32 (SAD 32). Os sinais EMG passaram por procedimentos de filtragem; para estes foi utilizado o filtro do tipo Passa-banda Butterworth, de 5ª ordem, com frequência de corte mínima de 20 Hz e máxima de 500 Hz. As curvas de torque foram utilizadas apenas como referência de momento para recorte do sinal EMG. Após a filtragem, foi realizado o recorte do sinal EMG.

Para as contrações dinâmicas isocinéticas, foram feitos recortes do sinal nos momentos correspondentes à flexão de cotovelo e extensão de joelho (Figura 5). Foram recortadas as cinco repetições do teste dinâmico isocinético e

verificado o valor RMS de cada uma. Para as análises, foi calculada a média dos valores RMS das cinco repetições e esta média foi normalizada como percentual do valor RMS da CIVM com maior pico de torque no ângulo de 90° para a flexão de cotovelo e de 60° para a extensão de joelho.

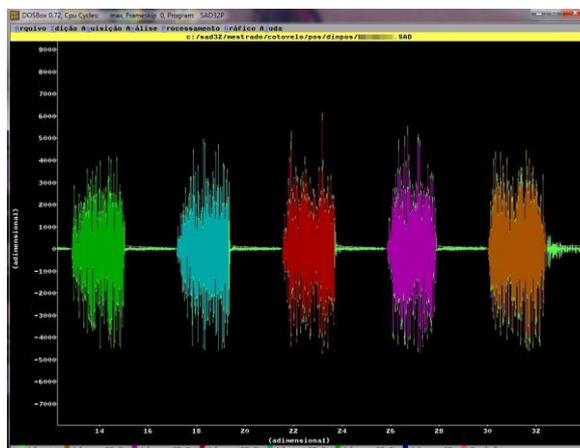


Figura 5 - Exemplo do recorte do sinal EMG das contrações isocinéticas.

Já para as CIVMs, foi selecionada a de maior valor de pico de torque em cada ângulo avaliado para realização de filtragem e recorte do sinal EMG. O sinal das CIVMs (tempo de cinco segundos) foi recortado no platô da curva de torque durante um período de um segundo, para a obtenção do valor RMS deste período (Figura 6). Para as análises e comparações da ativação muscular durante as CIVMs, foram utilizadas as alterações percentuais do sinal após o período de treinamento. Para todas as comparações de membro inferior foi utilizado o somatório do sinal EMG de todos os músculos avaliados, com o objetivo de representar a ativação total dos extensores de joelho.

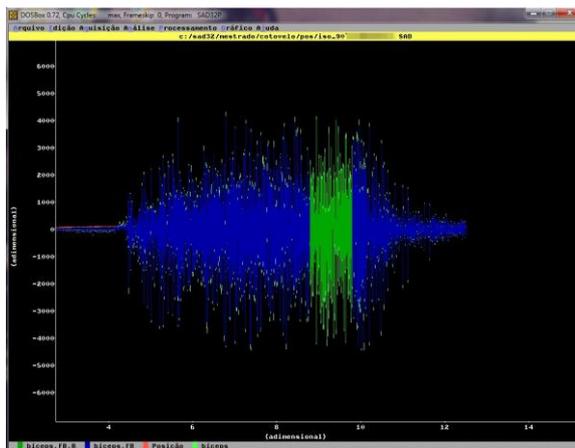


Figura 6 - Exemplo do recorte do sinal EMG das contrações isométricas.

3.8.6 Avaliação da espessura muscular

A avaliação da espessura muscular (EM) foi feita por meio de imagem, sendo esta obtida em B-modo (Figura 7). Antes da captação da imagem, os sujeitos ficaram por 10 minutos em decúbito dorsal e com os membros relaxados e estendidos e, durante avaliação da EM, os sujeitos assim permaneceram. Para mensurar a EM dos músculos BB e BR dos membros superiores e RF, VM, VL e VI dos membros inferiores de cada indivíduo, foi utilizado um equipamento de ultrassom (Philips, VMI, Indústria e Comércio Ltda. Lagoa Santa, Brasil). Um transdutor linear de frequência de 7,5 MHz foi posicionado perpendicularmente à musculatura avaliada. Foi utilizado um gel solúvel em água, aplicado sobre o local de avaliação, que promove um contato acústico sem a necessidade de causar pressão com o transdutor sobre a pele.



Figura 7 - Exemplo de imagem de espessura muscular obtida por ultrassonografia.

Para o BB e BR foi usado para avaliação o ponto distal correspondente a 60% da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o acrômio (ABE *et al.*, 2000). O ponto para avaliação da EM do RF e VI foi marcado em dois terços da distância do trocânter maior e epicôndilo lateral do fêmur (CHILIBECK *et al.*, 2004). Para o VL foi usado o ponto médio entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur (KUMAGAY *et al.*, 2000). Já para o VM, foi capturada a imagem no local correspondente a 30% da distância entre o epicôndilo lateral e o trocânter maior do fêmur (KORHONEN *et al.*, 2009). Foi utilizada uma caneta dermatográfica para marcação dos pontos. Além destes pontos de referência acima citados, para os músculos BB e VL foram utilizados outros dois pontos, um proximal e outro distal do ponto de referência citado (ponto médio), para avaliação da EM. Os outros dois pontos avaliados no BB foram quatro centímetros abaixo e acima do ponto de referência citado anteriormente e no VL cinco centímetros abaixo e acima do de referência. Foram capturadas três imagens de cada ponto e calculada a média das duas espessuras de valores mais próximos, e esta foi utilizada para as futuras comparações.

Para a análise das imagens e mensuração da EM, foi traçada uma linha perpendicular às bordas internas, inferior e superior, da bainha fibrosa de cada musculatura avaliada no *software* Image-J (versão 1.37, *National Institutes of Health*, EUA). A EM foi considerada como a distância entre o tecido subcutâneo e o tecido ósseo. Para garantir a captura das imagens nos mesmos pontos pré e pós treinamento, foi também utilizado o sistema de mapas de avaliação como descrito anteriormente. Todas as imagens foram capturadas e analisadas pelo mesmo avaliador.

Para as comparações, foram utilizados os somatórios das espessuras musculares dos pontos de referência de cada músculo avaliado em um grupo muscular (BB médio + BR e VL médio + RF + VM + VI), com o objetivo de representação total do grupo muscular e os somatórios das espessuras musculares nos três pontos avaliados BB e VL (BB proximal + BB médio + BB distal e VL proximal + VL médio + VL distal), com o objetivo de representação total de um músculo ao longo de seu comprimento.

3.9 Treinamento

O treinamento dos sujeitos foi conduzido por um período de 12 semanas, com a frequência de duas vezes por semana. O treinamento com essa frequência semanal em curtos períodos de tempo, como no caso do presente estudo, é adequado para o aumento de massa muscular, de potência e de força para sujeitos destreinados (BAECHLE; EARLE, 2000).

Foi exigida frequência de no mínimo 80% durante o treinamento, sem que ocorressem duas faltas consecutivas.

3.9.1 Exercícios

Os exercícios de interesse do presente estudo foram a flexão de cotovelo e a extensão de joelho, de forma unilateral (ambos os membros) e nas condições de amplitude total e parcial de movimento. No entanto, outros exercícios foram realizados e prescritos de forma semelhante para todos os sujeitos com o intuito de completar a sessão de treinamento e contribuir para a adesão dos sujeitos ao estudo.

A fim de evitar a sobrecarga dos músculos envolvidos nos exercícios de flexão de cotovelo e de extensão de joelho, foram escolhidos exercícios em que estes músculos não são demasiadamente solicitados e todos os demais exercícios foram realizados com amplitude total de movimento para todos os sujeitos.

3.9.1.1 Exercícios selecionados

Os exercícios selecionados para compor o programa de treinamento foram:

- Flexão de Cotovelo no banco *Scott* (PS e TS);
- Extensão de Joelho (PI e TI);

- Supino;
- Flexão de joelhos;
- Voador invertido;
- Adução de quadril;
- Tríceps roldana;
- Abdução de quadril;
- Abdominais;
- Extensão lombar.

3.9.2 Intensidade

A intensidade do treinamento foi definida pelo número de repetições máximas (RMs). De acordo com Sakamoto e Sinclair (2006), em um mesmo percentual de 1RM, diferentes números de repetições podem ser realizadas, dependendo da velocidade com que é deslocada a carga e do equipamento utilizado. Para obter um maior controle e evitar diferenças significativas entre o número de repetições executadas pelos sujeitos nos diferentes exercícios, a intensidade foi determinada por repetições máximas e não a partir de percentual de 1RM.

Conforme definido por Sakamoto e Sinclair (2006), repetições máximas refere-se a um método alternativo para identificar a intensidade ou sobrecarga de treinamento, no qual é avaliado o número máximo de repetições possíveis para deslocar determinada carga.

3.9.3 Periodização

O modelo de periodização escolhido foi baseado no modelo linear. Como o tempo de treinamento foi de aproximadamente três meses, acredita-se que o

modelo de incremento progressivo das cargas, com conseqüente redução das repetições, foi o mais adequado para sujeitos destreinados em força. Além disso, alguns estudos não encontram diferenças significativas entre esse modelo de periodização e o modelo ondulatorio, quando ambos são conduzidos por curto período de tempo e/ou com sujeitos destreinados (BAKER *et al.*, 1994b; BUFORD *et al.*, 2007) (Quadro 3).

Quadro 3 - Periodização do treinamento.

Organização dos microciclos semanais				
Microciclo	Semanas	Séries	Repetições máximas	Intervalos
1°	1ª e 2ª	1	20	30 s
2°	3ª e 4ª	2	15	1 min
3°	5ª e 6ª	3	12	1 min e 30 s
4°	7ª, 8ª e 9ª	3	10	2 min
5°	10ª, 11ª e 12ª	4	8	2 min e 30 s

3.10 Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade pelo teste de Levene. Para a análise dos dados foi utilizada primeiramente a estatística descritiva (média e desvio padrão). Caso os dados não apresentassem normalidade, foi realizado o procedimento de transformada dos dados em base logarítmica. Persistindo a não normalidade dos mesmos, persistiu-se na estatística paramétrica de análise de variância, que, de acordo com Maia (2004), apresenta robustez suficiente para infrações de normalidade.

Para verificar as diferenças dos valores das variáveis entre os grupos PS-TI, TS-PI e GC no pré e no pós treinamento, foi utilizada a ANOVA *Two-way* (tempo vs. grupo - 2 vs. 3). Os desdobramentos, quando necessários, foram realizados para comparação dos valores pré e pós treinamento, dentro de cada grupo, pelo Teste t pareado e entre os grupos, dentro de cada momento, pela ANOVA *One-way*.

Para algumas variáveis foi calculado o delta percentual ($\Delta\%$) (alterações percentuais do momento pós em relação ao pré treinamento) pelo cálculo de $[(\text{pós} \times 100 / \text{pré}) - 100]$. Para comparação dos deltas percentuais entre os grupos foi utilizada a ANOVA *One-way*.

Para localização das diferenças entre as médias dos três grupos o teste de *post hoc* foi adotado de acordo com a homogeneidade da variância. Para os dados com homogeneidade assumida foi utilizado o *post hoc* de Tukey e para dados sem homogeneidade assumida o *post hoc* de Tamhane.

Para verificar a reprodutibilidade das medidas de teste e reteste de 1RM foi utilizado o Índice de Correlação Intraclasse (ICC).

Todos os testes foram analisados no *software* SPSS versão 18.0. O nível de significância utilizado em todos os testes estatísticos foi de $\alpha \leq 0,05$.

4 RESULTADOS

Os resultados estão apresentados com os valores em média e desvio-padrão (DP) ao longo do texto e em todas as tabelas; nas figuras os valores estão apresentados em média e erro-padrão (EP).

4.1 Caracterização da amostra

As características da amostra estão apresentadas na Tabela 1. Foram 41 sujeitos divididos nos três grupos: 14 no PS-TI, 16 no TS-PI e 11 no GC. No entanto, um sujeito do grupo PS-TI teve uma lesão nos membros inferiores, não decorrente do treinamento, mas por vontade própria continuou na pesquisa treinando apenas os membros superiores. Por isso, os dados de membro inferior apresentam um “n” de 13 sujeitos para o grupo PS-TI. Ainda, por impossibilidade de avaliação devido à falta de carga no equipamento para o teste de 1RM, um sujeito não pôde ter sua 1RM real testada na extensão de joelho e, por isso, os dados de 1RM e 60% de 1RM deste exercício apresentam um “n” de 15 sujeitos para o grupo TS-PI.

Tabela 1 - Valores em média \pm DP de caracterização da amostra.

	PS-TI (n=14)	TS-PI (n=16)	GC (n=11)
Idade (anos)	24,00 \pm 2,85	23,18 \pm 3,63	24,36 \pm 3,38
Massa Corporal (kg)	74,12 \pm 8,32	76,62 \pm 13,59	81,36 \pm 12,87
Estatura (cm)	179,78 \pm 8,20	177,56 \pm 5,42	182,27 \pm 4,64
Gordura Corporal (%)	9,32 \pm 3,59	10,23 \pm 5,24	11,76 \pm 5,67

4.2 Adaptações neuromusculares e morfológicas

4.2.1 Variáveis relacionadas à força muscular

4.2.1.1 Força muscular dinâmica (1RM)

Com relação à força muscular dinâmica dos membros superiores, representada pelos valores do teste de 1RM de flexão de cotovelo, os valores estão apresentados na Tabela 2. Os valores deste teste apresentaram alta reprodutibilidade pré (ICC=0,98; $p<0,001$) e pós treinamento (ICC=0,99; $p<0,001$). Para essa variável foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p<0,001$) e efeito significativo do tempo ($p<0,001$). As análises de desdobramento mostraram que apenas os grupos PS-TI e TS-PI apresentaram diferenças entre os valores pré e pós treinamento ($p<0,001$). Nos valores absolutos após as 12 semanas de treinamento apenas o grupo TS-PI teve valores superiores aos de GC ($p=0,021$).

Tabela 2 - Valores em Média \pm DP do teste de 1RM de flexão de cotovelo.

1RM	<u>PS-TI</u> (n=14)	<u>TS-PI</u> (n=16)	GC (n=11)
Pré (kg)	15,42 \pm 2,82	14,81 \pm 3,08	15,36 \pm 2,41
Pós (kg)	18,28 \pm 3,45*	19,12 \pm 3,94*†	15,36 \pm 2,37

* Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p<0,001$); † Diferença em relação ao GC ($p<0,001$).

Ainda, com relação à força muscular dinâmica de flexão de cotovelo, as alterações percentuais ($\Delta\%$) após o treinamento de força foram diferentes entre todos os grupos, sendo que TS-PI teve um incremento percentual (29,37 \pm 6,49%) significativamente superior ao incremento de PS-TI (18,42 \pm 5,23%) ($p<0,001$) e os de TS-PI e PS-TI foram significativamente superiores ao de GC (0,19 \pm 4,88%) ($p<0,001$) (Figura 8).

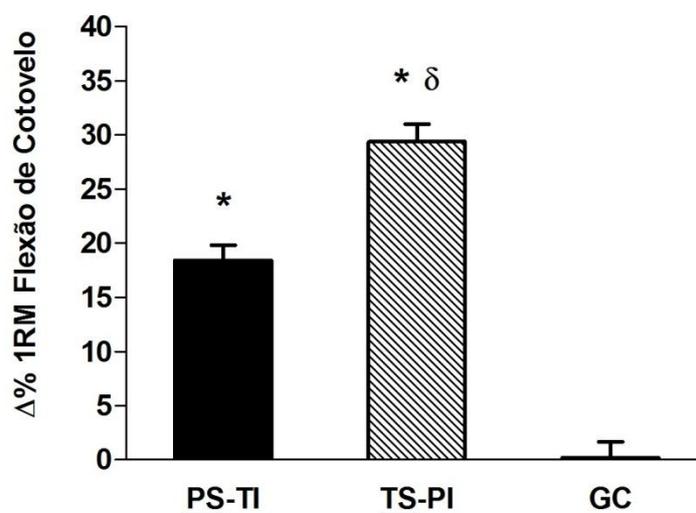


Figura 8 - Percentual de alteração de 1RM de flexão de cotovelo após o período de treinamento. Valores em média \pm EP. *: Diferença significativa em relação ao GC ($p < 0,001$); δ : Diferença significativa do TS-PI em relação ao PS-TI ($p < 0,001$).

Os valores relativos à força muscular dinâmica dos membros inferiores, representada pelos valores de 1RM de extensão de joelho, estão expostos na Tabela 3. Foi verificada alta reprodutibilidade para este teste nas avaliações pré (ICC=0,98; $p < 0,001$) e pós treinamento (ICC=0,99; $p < 0,001$). Para 1RM de extensão de joelho também foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p < 0,001$) e efeito significativo do tempo ($p < 0,001$). As análises de desdobramento mostraram que apenas os grupos PS-TI e TS-PI apresentaram valores pós superiores aos valores pré treinamento ($p < 0,001$). Não houve diferença entre os grupos nos valores absolutos dessa variável no momento pós treinamento.

Tabela 3 - Valores em Média \pm DP do teste de 1RM de extensão de joelho.

1RM	PS-TI (n=13)	TS-PI (n=15)	GC (n=11)
Pré (kg)	37,00 \pm 7,10	36,33 \pm 5,39	41,86 \pm 7,04
Pós (kg)	46,15 \pm 8,85*	41,53 \pm 6,03*	41,27 \pm 6,06

* Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p < 0,001$).

No entanto, as alterações percentuais ($\Delta\%$) de 1RM de extensão de joelho após 12 semanas foram diferentes entre os grupos, sendo que PS-TI (25,69 \pm 17,08%) teve incrementos significativamente superiores aos incrementos

de TS-PI ($15,06 \pm 12,87\%$) ($p=0,038$) e ambos os grupos de treinamento tiveram valores superiores aos de GC ($-0,97 \pm 5,37\%$) ($p < 0,004$) (Figura 9).

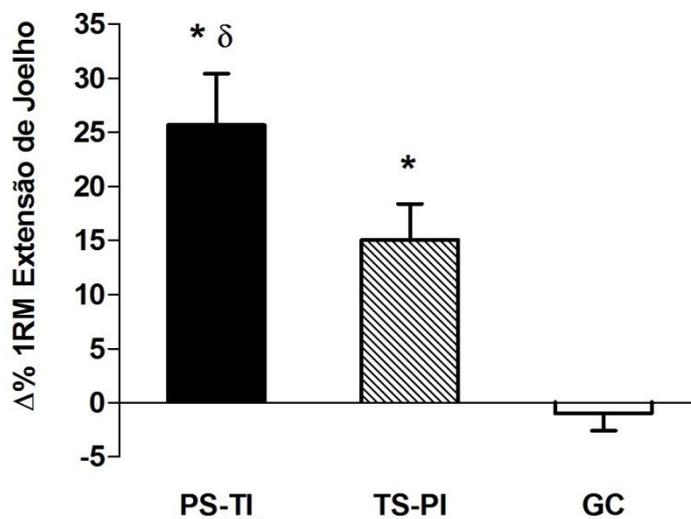


Figura 9 - Percentual de alteração de 1RM de extensão de joelho após o período de treinamento. Valores em média \pm EP. *: Diferença significativa em relação ao GC ($p < 0,001$); δ : Diferença significativa do PS-TI em relação ao TS-PI ($p < 0,001$).

Com esses resultados, verificou-se que tanto para membro superior quanto para membro inferior, o exercício treinado na condição de amplitude total de movimento teve maiores incrementos de 1RM do que os treinados em amplitude parcial de movimento.

4.2.1.2 Resistência Muscular (60% de 1RM absoluto)

Os resultados da variável resistência muscular de membro superior, representados pelo número de repetições de 60% de 1RM absoluto de flexão de cotovelo estão apresentados na Tabela 4. Para esta variável foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p < 0,001$) e efeito significativo do fator tempo ($p < 0,001$) e grupo ($p = 0,003$). Com os desdobramentos, verificou-se que os valores pós treinamento foram superiores aos valores pré para os grupos PS-TI e TS-PI ($p < 0,001$). No momento pós treinamento o número de repetições de 60% de 1RM absoluto de flexão de cotovelo do grupo TS-PI foi significativamente superior ao de PS-TI ($p = 0,05$) e esses dois grupos tiveram valores superiores a GC ($p < 0,001$).

Tabela 4 - Valores em Média \pm DP do número de repetições do teste de 60% de 1RM absoluto de flexão de cotovelo.

60% de 1RM	PS-TI (n=14)	TS-PI (n=16)	GC (n=11)
Pré	15,87 \pm 3,28	16,75 \pm 4,04	16,27 \pm 3,57
Pós	20,85 \pm 3,46*†	24,50 \pm 5,24*†§	14,90 \pm 2,58

* Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p < 0,001$); † Diferença em relação ao GC ($p < 0,001$); § Diferença do TS-PI em relação ao PS-TI ($p = 0,05$).

Com relação à resistência muscular de membro inferior, representada pelo número de repetições a 60% de 1RM absoluto de extensão de joelho, cujos resultados estão representados na Tabela 5, resultados semelhantes aos de membro superior foram encontrados. Foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p < 0,001$) e efeito significativo do fator tempo ($p < 0,001$) e grupo ($p < 0,001$). As análises de desdobramentos mostraram valores pós treinamento superiores aos valores pré treinamento apenas para os grupos PS-TI e TS-PI ($p < 0,001$). E no período pós treinamento, os valores do grupo PS-TI foram significativamente superiores aos de TS-PI ($p = 0,026$) e ambos grupos de treinamento tiveram valores superiores aos de GC ($p < 0,001$).

Tabela 5 – Valores em Média \pm DP do número de repetições do teste de 60% de 1RM absoluto de extensão de joelho.

60% de 1RM	PS-TI (n=13)	TS-PI (n=15)	GC (n=11)
Pré	10,69 \pm 1,75	9,40 \pm 1,72	9,72 \pm 1,42
Pós	14,15 \pm 1,99*†§	12,13 \pm 1,99*†	9,00 \pm 1,18

* Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p < 0,001$); † Diferença em relação ao GC ($p < 0,001$); § Diferença do PS-TI em relação ao TS-PI ($p = 0,026$).

4.2.1.3 Picos de Torque

Os resultados dos testes realizados no dinamômetro isocinético para membro superior, testes de flexão de cotovelo de forma isocinética e isométrica em diferentes ângulos (10°, 90° e 120°), estão apresentados na Tabela 6 e na Figura 10.

Tabela 6 - Valores em Média \pm DP do pico de torque isocinético e isométrico em 10°, 90° e 120° de flexão de cotovelo.

Pico de Torque		<u>PS-TI</u> (n=14)	<u>TS-PI</u> (n=16)	GC (n=11)
Isocinético a 60°/s	Pré (Nm)	45,42 \pm 8,79	47,53 \pm 14,30	43,00 \pm 6,87
	Pós (Nm)	53,35 \pm 11,09*†	53,20 \pm 13,87*†	41,81 \pm 8,06
CIVM em 10°	Pré (Nm)	54,64 \pm 15,65	51,93 \pm 13,34	42,18 \pm 7,69
	Pós (Nm)	59,35 \pm 14,16	57,86 \pm 13,06	43,72 \pm 10,44
CIVM em 90°	Pré (Nm)	57,28 \pm 12,39	56,57 \pm 14,29	52,00 \pm 3,40
	Pós (Nm)	66,85 \pm 11,96*†	62,64 \pm 15,58*	52,77 \pm 5,15
CIVM em 120°	Pré (Nm)	42,28 \pm 9,82	46,14 \pm 11,40	45,10 \pm 7,25
	Pós (Nm)	51,00 \pm 6,91*	53,71 \pm 11,75*†	43,60 \pm 9,06

CIVM = contração isométrica voluntária máxima; * Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p < 0,05$); † Diferença em relação ao GC ($p < 0,05$).

Para o pico de torque isocinético de flexão de cotovelo, avaliado na velocidade de 60°/s, foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p = 0,005$) e efeito significativo para o fator tempo ($p < 0,001$). Com as análises de desdobramento foi possível verificar valores pós treinamento superiores aos pré nos grupos que participaram do treinamento, PS-TI ($p < 0,001$) e TS-PI ($p = 0,002$), e valores pós treinamento mais elevados em relação ao GC nos grupos PS-TI ($p = 0,047$) e TS-PI ($p = 0,044$). Na comparação das alterações percentuais ($\Delta\%$) com o período de treinamento, as diferenças também foram encontradas apenas dos grupos PS-TI ($17,81 \pm 3,64\%$) e TS-PI ($14,33 \pm 15,88\%$) em relação ao GC ($-1,74 \pm 18,05\%$; $p = 0,011$ e $p = 0,034$, respectivamente).

Os resultados do teste de CIVM em 10° de flexão de cotovelo não mostraram interação significativa, mas mostraram efeito do tempo ($p < 0,001$) e do grupo ($p = 0,02$). Não houve diferença significativa entre as alterações percentuais ($\Delta\%$) com o período de treinamento entre os grupos (PS-TI: $10,40 \pm 10,9\%$, TS-PI: $13,23 \pm 15,38\%$, GC: $3,33 \pm 13,99\%$).

Já os resultados do teste de CIVM em 90° de flexão de cotovelo, mostraram

interação (tempo*grupo) significativa ($p=0,002$) e efeito do tempo ($p<0,001$). As análises de desdobramento mostraram que os resultados pós treinamento foram superiores aos pré treinamento para os grupos PS-TI e TS-PI ($p<0,001$), com diferença nos valores pós treinamento apenas entre o grupo PS-TI e o GC ($p=0,019$). As análises das alterações percentuais ($\Delta\%$) do pré e pós período de treinamento mostraram diferenças apenas entre PS-TI ($18,76\pm 16,25\%$) e TS-PI ($11,46\pm 9,34\%$) em relação ao GC ($1,62\pm 8,35\%$; $p=0,008$ e $p=0,026$, respectivamente).

O teste de CIVM em 120° de flexão de cotovelo apresentou resultados com interação (tempo*grupo) significativa ($p<0,001$) e efeito do tempo ($p<0,001$). Os desdobramentos dos resultados apresentaram valores pós treinamento superiores aos valores pré para os grupos que participaram do treinamento (PS-TI e TS-PI; $p<0,001$). Nos resultados absolutos do momento pós treinamento apenas o grupo TS-PI apresentou diferença do GC ($p=0,028$). No entanto, ao analisar os resultados das alterações percentuais ($\Delta\%$) após as 12 semanas, os grupos PS-TI ($24,06\pm 18,38\%$) e TS-PI ($17,34\pm 8,94\%$) diferenciaram-se do GC ($-2,93\pm 13,47\%$; $p=0,001$).

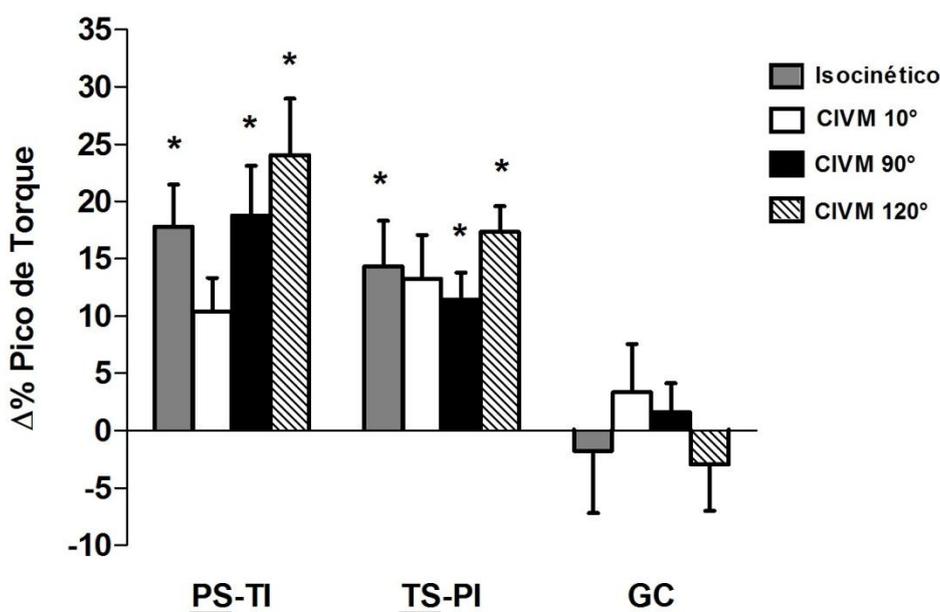


Figura 10 - Percentual de alteração de pico de torque dos testes isocinético e isométricos nos ângulos de 10° , 90° e 120° de flexão de cotovelo após o período de treinamento. Valores em média \pm EP. *: Diferença significativa em relação ao GC ($p<0,05$).

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados dos testes realizados no dinamômetro isocinético para membro inferior, teste isocinético e testes isométricos de extensão de joelho, e na Figura 11 os resultados das alterações percentuais após 12 semanas.

Tabela 7 - Valores em Média \pm DP do pico de torque isocinético e isométrico em 5°, 60° e 90° de extensão de joelho.

Pico de Torque		PS-TI (n=13)	TS-PI (n=16)	GC (n=11)
Isocinético a 60°/s	Pré (Nm)	230,46 \pm 26,50	226,37 \pm 37,39	222,60 \pm 35,21
	Pós (Nm)	251,00 \pm 32,46*†	252,31 \pm 42,05*†	211,50 \pm 33,58
CIVM em 5°	Pré (Nm)	99,15 \pm 19,06	117,06 \pm 26,26	90,09 \pm 14,02
	Pós (Nm)	104,84 \pm 19,81	109,81 \pm 22,08	83,36 \pm 17,11
CIVM em 60°	Pré (Nm)	287,91 \pm 40,82	288,12 \pm 58,99	267,09 \pm 36,37
	Pós (Nm)	323,41 \pm 30,21*†	313,50 \pm 48,05*†	261,09 \pm 36,98
CIVM em 90°	Pré (Nm)	226,30 \pm 36,75	214,26 \pm 28,33	228,33 \pm 42,97
	Pós (Nm)	266,46 \pm 43,03*	238,00 \pm 37,91*	231,77 \pm 38,81

CIVM = contração isométrica voluntária máxima; * Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p < 0,05$); † Diferença em relação ao GC ($p < 0,05$).

Com relação ao teste isocinético de extensão de joelho na velocidade de 60°/s, foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p = 0,002$) e encontrado efeito do tempo ($p = 0,006$). Ainda, foram encontrados valores pós treinamento superiores aos pré treinamento nos grupos PS-TI ($p = 0,006$) e TS-PI ($p = 0,001$). Na comparação entre os grupos em cada momento, foram encontrados valores absolutos pós treinamento superiores em relação a GC nos grupos de treinamento PS-TI ($p = 0,034$) e TS-PI ($p = 0,020$). Na comparação das alterações percentuais ($\Delta\%$) com o período de treinamento, foi encontrada diferença apenas em PS-TI ($9,12 \pm 9,60\%$) e TS-PI ($12,12 \pm 11,30\%$) em relação ao GC ($-4,35 \pm 10,34\%$; $p = 0,009$ e $p = 0,001$, respectivamente).

Já os resultados do teste de CIVM em 5° de extensão de joelho, não mostraram interação significativa ($p = 0,059$), mas mostraram efeito do grupo

($p=0,004$). Ao analisar as alterações percentuais ($\Delta\%$) após o período de treinamento, houve diferença significativa entre PS-TI ($7,01\pm 15,91\%$) e GC ($-7,35\pm 12,57\%$; $p=0,049$), ao passo que TS-PI ($-4,81\pm 14,10\%$) não apresentou diferenças em relação aos dois grupos.

O teste de CIVM em 60° de extensão de joelho mostrou interação (tempo*grupo) significativa ($p=0,002$), efeito do tempo ($p<0,001$) e do grupo ($p=0,042$). Com as análises de desdobramento, foi possível verificar valores pós treinamento superiores aos valores pré treinamento apenas nos grupos PS-TI ($p<0,001$) e TS-PI ($p=0,003$), bem como valores absolutos pós treinamento superiores nestes grupos, PS-TI e TS-PI, em relação a GC ($p=0,001$ e $p=0,005$, respectivamente). Ainda, as alterações percentuais ($\Delta\%$) após 12 semanas dos grupos PS-TI ($13,39\pm 10,66\%$) e TS-PI ($10,35\pm 12,08\%$) também demonstraram diferença em relação à de GC ($-1,85\pm 10,73\%$; $p=0,006$ e $p=0,024$, respectivamente).

Com relação aos resultados do teste de CIVM em 90° de extensão de joelho, foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p=0,001$) e efeito do tempo ($p<0,001$). Os desdobramentos desta variável mostraram valores pós treinamento superiores aos valores pré treinamento nos grupos PS-TI e TS-PI ($p<0,001$). Nos valores absolutos pós treinamento não foram encontradas diferenças entre os grupos. No entanto, ao analisar as alterações percentuais ($\Delta\%$) após o período de treinamento, foram encontradas diferenças em relação ao GC ($2,17\pm 7,73\%$) nos grupos PS-TI ($18,12\pm 10,12\%$; $p<0,001$) e TS-PI ($11,02\pm 9,34\%$; $p=0,049$).

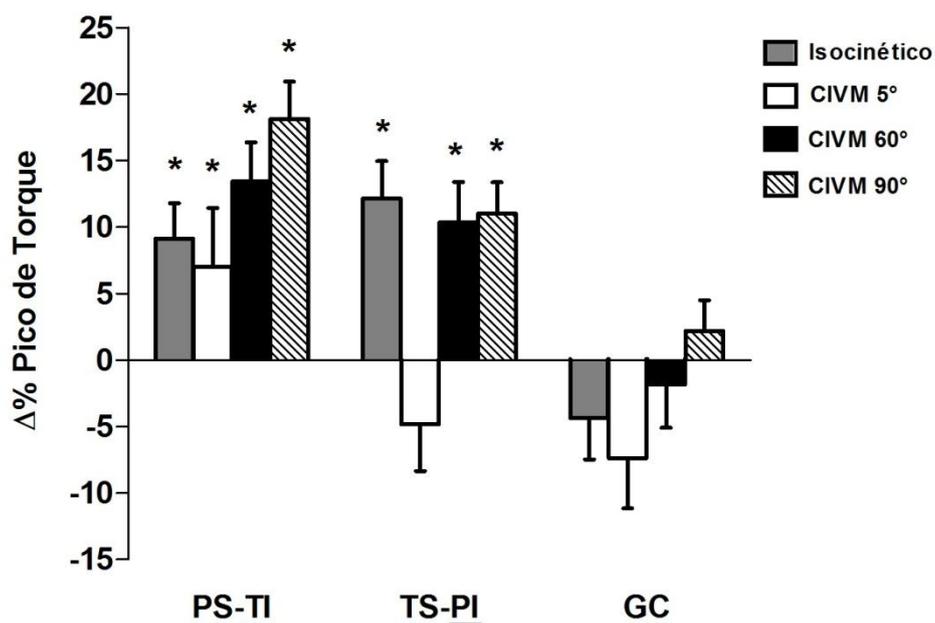


Figura 11 - Percentual de alteração de pico de torque dos testes isocinético e isométricos nos ângulos de 5°, 60° e 90° de extensão de joelho após o período de treinamento. Valores em média \pm EP. *: Diferença significativa em relação ao GC ($p < 0,05$).

4.2.2 Ativação muscular

Os resultados da ativação muscular de membros superiores, representados pelo sinal EMG do bíceps braquial durante as cinco repetições do teste isocinético e durante os testes isométricos em 10°, 90° e 120° de flexão de cotovelo, estão representados na Tabela 8. Os resultados do teste isocinético são apresentados com seus valores normalizados em percentual relativo aos valores de ativação da CIVM em 90°. Os sinais EMG dos testes isométricos estão apresentados apenas em percentual da alteração após o período de 12 semanas de treinamento.

Tabela 8 - Valores em Média \pm DP do sinal eletromiográfico obtido durante o teste isocinético de cinco repetições e os testes isométricos em 10°, 90° e 120° de flexão de cotovelo.

Sinal EMG		PS-TI (n=14)	TS-PI (n=16)	GC (n=11)
Isocinético (5 repetições)	Pré (%)	98,22 \pm 15,25	110,13 \pm 19,64	144,69 \pm 57,42
	Pós (%)	101,56 \pm 12,96	99,58 \pm 24,29	147,27 \pm 81,56
	$\Delta\%$	5,73 \pm 18,60	-7,03 \pm 27,17	3,02 \pm 33,32
CIVM em 10°	$\Delta\%$	10,42 \pm 22,70	21,97 \pm 36,44	-2,44 \pm 37,17
CIVM em 90°	$\Delta\%$	13,36 \pm 19,85	25,84 \pm 59,74	-6,61 \pm 25,42
CIVM em 120°	$\Delta\%$	5,86 \pm 39,80	4,54 \pm 31,97	18,74 \pm 65,72

Sinal EMG = sinal eletromiográfico; CIVM = contração isométrica voluntária máxima; $\Delta\%$ = alterações percentuais após 12 semanas de treinamento. Os sinais EMG do teste isocinético estão normalizados em percentual relativo ao sinal da CIVM de 90°.

Com relação ao sinal EMG da média das cinco repetições do teste isocinético, não foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa, ao passo que foi encontrado efeito isolado do grupo ($p=0,004$) nesta variável. Ainda, analisando as alterações percentuais ($\Delta\%$) após as 12 semanas do período de treinamento, não foram encontradas diferenças entre os grupos.

Para os testes de CIVM de flexão de cotovelo não foram encontradas diferenças nas alterações percentuais entre os grupos em nenhum dos ângulos avaliados. Encontrou-se nessas análises uma grande variação intersujeitos, que pode ter impossibilitado encontrar as diferenças estatísticas.

Os resultados da ativação muscular de membros inferiores, representados pelo somatório do sinal EMG dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial obtido durante as cinco repetições do teste isocinético e durante os testes isométricos em 5°, 60° e 90° de extensão de joelho, estão representados na Tabela 9. Os resultados do teste isocinético são apresentados com seus valores normalizados em percentual relativo aos valores de ativação da CIVM em 60°. Os

sinais EMG dos testes isométricos estão apresentados apenas em percentual da alteração após o período de 12 semanas de treinamento.

Tabela 9 - Valores em Média \pm DP do sinal eletromiográfico obtido durante o teste isocinético de cinco repetições e os testes isométricos em 5°, 60° e 90° de extensão de joelho.

Sinal EMG		PS-<u>II</u> (n=13)	TS-<u>PI</u> (n=16)	GC (n=11)
Isocinético (5 repetições)	Pré (%)	106,90 \pm 29,25	103,29 \pm 27,28	114,93 \pm 25,06
	Pós (%)	105,71 \pm 25,67	97,30 \pm 19,87	105,35 \pm 26,71
	$\Delta\%$	1,84 \pm 23,79	-1,43 \pm 24,27	-8,03 \pm 13,22
CIVM em 5°	$\Delta\%$	13,62 \pm 38,45	13,43 \pm 22,96	0,24 \pm 25,07
CIVM em 60°	$\Delta\%$	21,40 \pm 26,64	40,44 \pm 39,65†	8,82 \pm 17,61
CIVM em 90°	$\Delta\%$	17,22 \pm 25,53	12,52 \pm 30,20	10,83 \pm 14,86

Sinal EMG = sinal eletromiográfico; CIVM = contração isométrica voluntária máxima; $\Delta\%$ = alterações percentuais após 12 semanas de treinamento. Os valores apresentados correspondem à soma dos sinais dos músculos vasto lateral, reto femoral e vasto medial. Os sinais EMG do teste isocinético estão normalizados em percentual relativo ao sinal da CIVM de 60°. † Diferença em relação ao GC ($p=0,030$).

Os resultados dos sinais EMG da média das cinco repetições isocinéticas não apresentou interação significativa, e não apresentou efeito isolado do tempo e do grupo. Ainda, ao analisar as alterações percentuais no sinal EMG após 12 semanas, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.

As análises de comparação das alterações percentuais ($\Delta\%$) do sinal EMG entre os grupos nos testes isométricos revelaram diferença significativa apenas para TS-PI em relação ao GC ($p=0,030$) durante a CIVM em 60°. Nos demais ângulos em que a ativação muscular dos extensores do joelho foi avaliada, nenhuma diferença significativa foi encontrada. Assim como para os membros superiores, encontrou-se nessa variável uma grande variação intersujeitos, que pode ter impossibilitado encontrar as diferenças estatísticas.

4.2.3 Espessura muscular

As adaptações morfológicas ao treinamento de força estão representadas pela espessura muscular avaliada em diferentes músculos e três diferentes pontos de um mesmo músculo. Com relação à espessura muscular de membro superior, avaliada nos músculos flexores de cotovelo, os resultados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores em Média \pm DP da espessura muscular dos flexores de cotovelo.

Espessura Muscular		PS-TI (n=14)	TS-PI (n=16)	GC (n=11)
BB Médio + BR	Pré (mm)	33,89 \pm 3,92	33,47 \pm 5,20	32,54 \pm 4,64
	Pós (mm)	36,35 \pm 4,11*	36,15 \pm 5,18*	32,56 \pm 4,58
BB Proximal + BB Médio + BB Distal	Pré (mm)	63,60 \pm 9,89	64,41 \pm 9,83	59,19 \pm 7,67
	Pós (mm)	67,62 \pm 9,42*	68,88 \pm 9,63*†	59,56 \pm 7,62

BB Médio + BR: somatório da espessura muscular do bíceps braquial (BB) no ponto médio e do braquial (BR); BB Proximal + BB Médio + BB Distal: somatório da espessura muscular dos três pontos avaliados do BB. * Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p < 0,001$); † Diferença em relação ao GC ($p < 0,05$).

Para analisar a espessura muscular do braço como um todo, utilizou-se o somatório dos pontos de referência dos músculos bíceps braquial e braquial. Nesta análise, foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p < 0,001$), bem como efeito do tempo ($p < 0,001$). Com os desdobramentos, foram encontrados valores pós treinamento superiores aos valores pré treinamento apenas nos grupos PS-TI ($p < 0,001$) e TS-PI ($p < 0,001$). Não foram encontradas diferenças nos valores absolutos pós treinamento. No entanto, ao analisar as alterações percentuais ($\Delta\%$) com o período de treinamento, os grupos PS-TI ($7,34 \pm 4,53\%$) e TS-PI ($8,25 \pm 3,97\%$) apresentaram valores superiores em relação ao GC ($0,10 \pm 1,88\%$; $p < 0,001$) (Figura 12).

Já, para analisar a espessura muscular ao longo de um músculo, utilizou-se o somatório da espessura muscular avaliada em três pontos (proximal, médio e distal) do bíceps braquial. Nesta análise também foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p < 0,001$) e efeito do tempo ($p < 0,001$). Os

desdobramentos mostraram valores pós treinamento superiores aos valores pré treinamento para os grupos PS-TI e TS-PI ($p < 0,001$). Nos valores absolutos pós treinamento foi encontrada diferença significativa do TS-PI em relação ao GC ($p = 0,033$). Ainda, nas alterações percentuais ($\Delta\%$) foram encontradas diferenças apenas nos grupos PS-TI ($6,58 \pm 2,62\%$) e TS-PI ($7,18 \pm 3,28\%$) em relação ao GC ($0,65 \pm 0,92\%$; $p < 0,001$) (Figura 12).

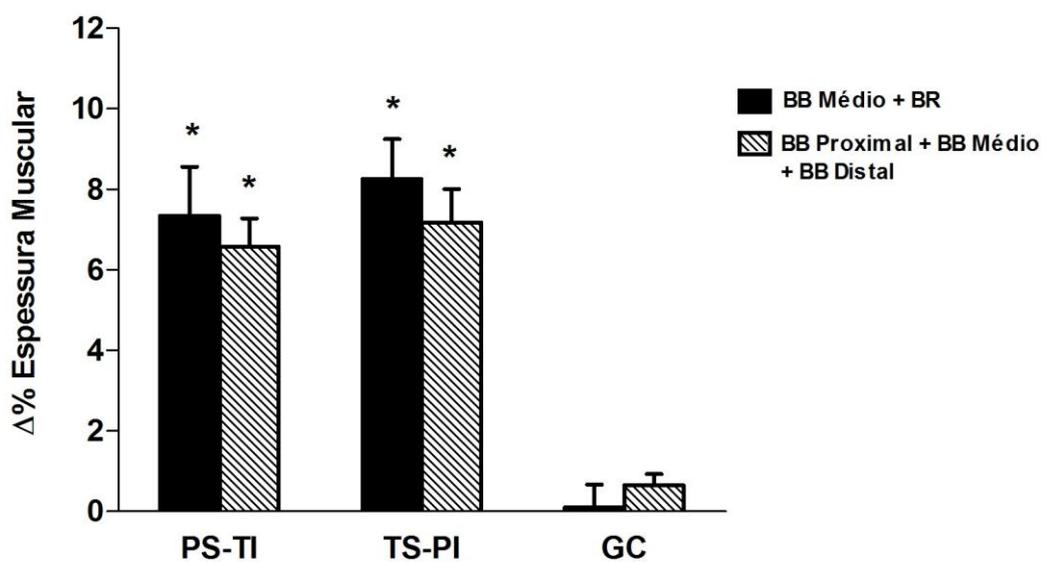


Figura 12 - Percentual de alteração da espessura muscular dos flexores de cotovelo após o período de treinamento. Valores em média \pm EP. BB Médio + BR: somatório das espessuras musculares do bíceps braquial (BB) no ponto médio e do braquial (BR); BB Proximal + BB Médio + BB Distal: somatório da espessura muscular dos três pontos avaliados do BB. *: Diferença significativa em relação ao GC ($p < 0,001$).

Os resultados das adaptações morfológicas de membro inferior, representados pela espessura muscular avaliada nos músculos extensores de joelho, estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores em Média \pm DP da espessura muscular dos extensores de joelho.

Espessura Muscular		PS-TI (n=13)	TS-PI (n=16)	GC (n=11)
VL Médio + RF + VM + VI	Pré (mm)	86,13 \pm 6,18	87,62 \pm 12,91	84,20 \pm 17,30
	Pós (mm)	91,94 \pm 6,68*	91,92 \pm 12,88*	84,62 \pm 17,45
VL Proximal + VL Médio + VL Distal	Pré (mm)	69,50 \pm 6,81	70,91 \pm 7,64	74,88 \pm 11,56
	Pós (mm)	73,09 \pm 7,09*	73,29 \pm 7,83*	74,97 \pm 11,48

VL Médio + RF + VM + VI: somatório da espessura muscular do vasto lateral (VL) no ponto médio, reto femoral (RF), vasto medial (VM) e vasto intermédio (VI); VL Proximal + VL Médio + VL Distal: somatório da espessura muscular dos três pontos avaliados do VL. * Diferença significativa dos valores pós em relação aos pré ($p < 0,001$).

Analisando a espessura muscular da coxa como um todo, utilizando o somatório da espessura nos pontos de referência dos músculos VL, RF, VM e VI, foi encontrada interação (tempo*grupo) significativa ($p < 0,001$) e efeito do tempo ($p < 0,001$). Ao realizar os desdobramentos, foram encontrados valores pós treinamento superiores aos pré treinamento nos grupos PS-TI e TS-PI ($p < 0,001$). Não foram encontradas diferenças entre os grupos nos valores absolutos pós treinamento. Contudo, ao analisar as alterações percentuais ($\Delta\%$) com o período de treinamento, foram encontradas diferenças em relação ao GC ($0,49 \pm 0,67\%$) nos grupos PS-TI ($6,74 \pm 1,47\%$; $p < 0,001$) e TS-PI ($5,02 \pm 1,04\%$; $p < 0,001$) e, ainda, PS-TI apresentou incrementos percentuais significativamente superiores aos de TS-PI ($p = 0,001$) (Figura 13).

Ademais, as análises da espessura muscular ao longo de um músculo, pelo somatório desta nos três pontos avaliados (proximal, médio e distal) do VL, mostraram interação (tempo*grupo) significativa ($p < 0,001$) e efeito do tempo ($p < 0,001$). As análises de desdobramento mostraram valores pós treinamento superiores aos pré treinamento para os grupos PS-TI e TS-PI ($p < 0,001$). Não foram encontradas diferenças nos valores absolutos pós treinamento entre os grupos. No entanto, ao analisar as alterações percentuais ($\Delta\%$) após 12 semanas, foram encontradas diferenças dos grupos PS-TI ($5,20 \pm 1,97\%$) e TS-PI ($3,37 \pm 1,44\%$) em relação ao GC ($0,14 \pm 0,79\%$; $p < 0,001$) e as alterações de PS-TI foram significativamente superiores as de TS-PI ($p = 0,033$) (Figura 13).

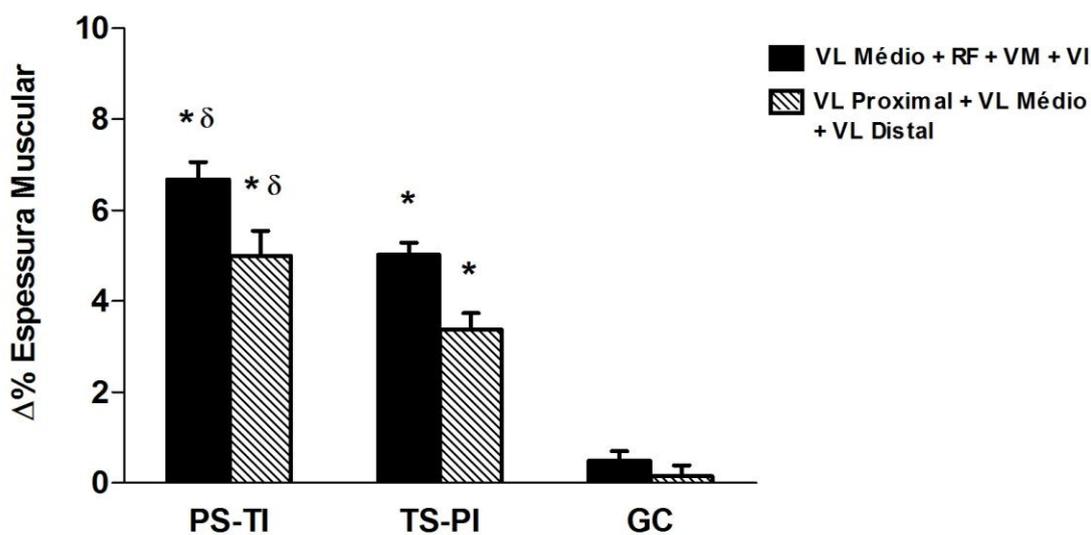


Figura 13 – Percentual de alteração da espessura muscular dos extensores de joelho após o período de treinamento. Valores em média \pm EP. VL Médio + RF + VM + VI: somatório das espessuras musculares do vasto lateral (VL) no ponto médio, reto femoral (RF), vasto medial (VM) e vasto intermédio (VI); VL Proximal + VL Médio + VL Distal: somatório da espessura muscular dos três pontos avaliados do VL. *: Diferença significativa em relação ao GC ($p < 0,001$); δ : Diferença significativa do PS-TI em relação ao TS-PI ($p < 0,05$).

4.3 Cargas de treinamento

As cargas utilizadas ao final de cada microciclo do treinamento pelos grupos PS-TI e TS-PI estão apresentadas nas Figuras 14 e 15. Com relação ao treinamento de flexão de cotovelo, os grupos treinaram com cargas significativamente diferentes durante todas as 12 semanas de treinamento. Houve interação (microciclo*grupo) significativa ($p < 0,001$) e efeito do tempo ($p < 0,001$) e do grupo ($p < 0,001$). Quando analisadas as diferenças entre as cargas de cada microciclo para o mesmo grupo, foram encontradas, em ambos os grupos de treinamento, diferenças entre as cargas de todos os microciclos ($p < 0,001$), assim como foram encontradas diferenças entre os grupos em todos microciclos ($p < 0,001$) (Figura 14).

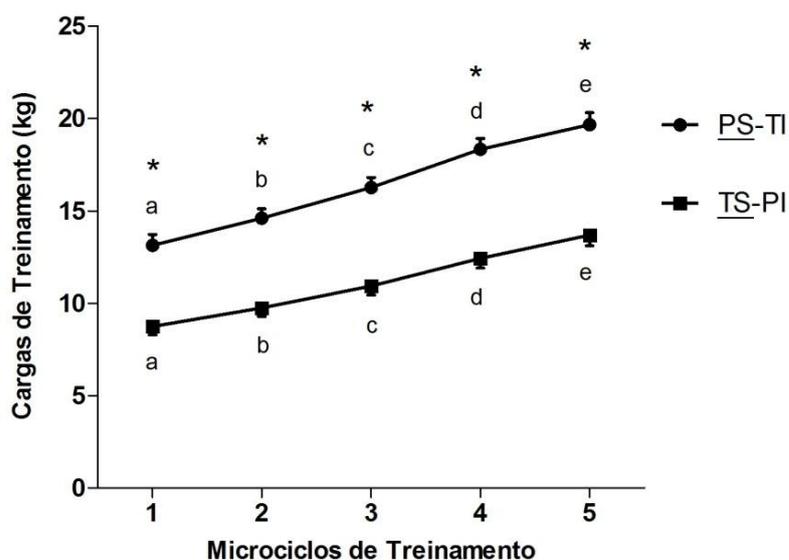


Figura 14 – Cargas de treinamento de flexão de cotovelo utilizadas em cada microciclo de treinamento. Valores em média \pm EP. *: Diferença significativa entre os grupos em cada microciclo ($p < 0,001$). Letras diferentes indicam diferenças entre os microciclos ($p < 0,001$).

Além disso, o grupo PS-TI treinou com cargas, em média, 47,94% superiores em comparação com o grupo TS-PI. Ademais, o grupo PS-TI terminou o primeiro microciclo de treinamento com cargas de treino em média 50,05% mais elevadas que o grupo TS-PI, bem como o segundo microciclo com 49,74%, o terceiro com 48,76%, o quarto com 47,46% e o quinto com 43,71% mais elevadas em comparação ao grupo que treinou este exercício na condição de amplitude total.

Ainda, com relação ao treinamento de extensão de joelho, os grupos também treinaram com cargas significativamente diferentes durante todo o período de treinamento. Para este, houve interação (microciclo*grupo) significativa ($p < 0,003$) e efeito do tempo ($p < 0,001$) e do grupo ($p < 0,001$). Assim como no exercício para membro superior, para membro inferior quando analisadas as diferenças entre as cargas de cada microciclo para o mesmo grupo, foram encontradas, em ambos grupos de treinamento, diferenças entre as cargas de todos os microciclos ($p < 0,001$) e diferenças entre os grupos em todos os microciclos ($p < 0,001$) (Figura 15).

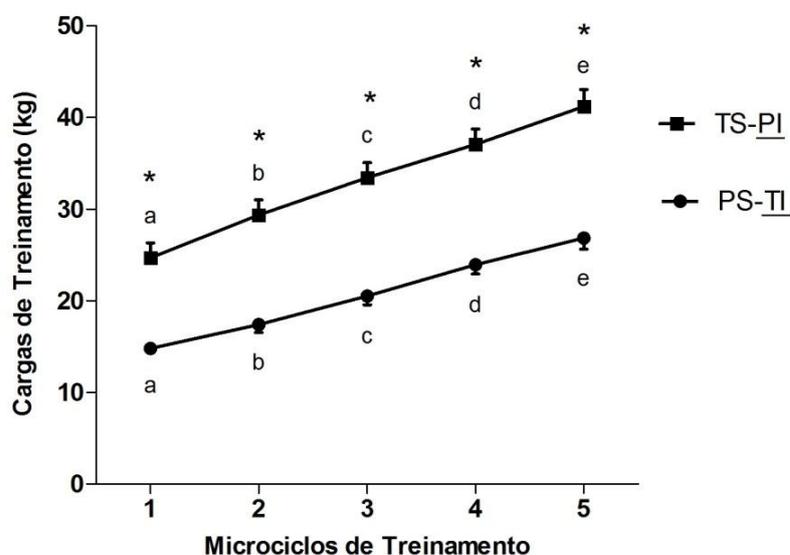


Figura 15 - Cargas de treinamento de extensão de joelho utilizadas em cada microciclo de treinamento. Valores em média \pm EP. *: Diferença significativa entre os grupos em cada microciclo ($p < 0,001$). Letras diferentes indicam diferenças entre os microciclos ($p < 0,001$).

O grupo TS-PI, que treinou a extensão de joelho na condição de amplitude parcial, treinou com cargas em média 61,32% superiores ao grupo PS-TI, que treinou este exercício em amplitude total. Ademais, o grupo TS-PI terminou o primeiro microciclo de treinamento com cargas de treino em média 66,75% mais elevadas que o grupo PS-TI, bem como o segundo microciclo com 68,79%, o terceiro com 62,83%, o quarto com 54,86% e o quinto com 53,37% mais elevadas que o grupo PS-TI.

5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar as adaptações decorrentes do treinamento de força executado em diferentes amplitudes de movimento, total e parcial, em um exercício de membro superior e um de membro inferior (flexão de cotovelo e extensão de joelho). Para tal, foram utilizadas avaliações de força, resistência, ativação e hipertrofia muscular pré e pós treinamento.

Na literatura científica são poucos os estudos que investigaram os efeitos desses tipos de treinamento, sendo que alguns avaliaram respostas agudas (SULLIVAN *et al.*, 1996; MOOKERJEE; RATAMESS, 1999; CLARK *et al.*, 2008) e outros os efeitos crônicos (GRAVES *et al.*, 1989; GRAVES *et al.*, 1992; MASSEY *et al.*, 2004; MASSEY *et al.*, 2005; CLARK *et al.*, 2011; PINTO *et al.*, 2012). Destes, muitos apresentaram resultados favoráveis ao treinamento realizado em amplitudes parciais de movimento (GRAVES *et al.*, 1989; SULLIVAN *et al.*, 1996; MOOKERJEE; RATAMESS, 1999; CLARK *et al.*, 2008; CLARK *et al.*, 2011) e poucos apresentam resultados favoráveis a treinamentos que utilizem apenas a amplitude total de movimento (MASSEY *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2012). Ademais, alguns estudos investigaram apenas os efeitos agudos ou crônicos da realização de exercícios em amplitude parcial de movimento, sem a comparação com outro tipo de treinamento (THEPAUT-MATHIEU *et al.*, 1988; KITAI; SALE, 1989; BARAK *et al.*, 2004).

Nossos resultados, de forma geral, apontam o treinamento de força realizado em amplitude total de movimento como mais efetivo quando comparado ao treinamento realizado em amplitude parcial, tanto para membros superiores quanto para inferiores. Um dos principais achados do presente estudo foi diferença significativa no incremento de 1RM após 12 semanas de treinamento de força entre os grupos que treinaram em amplitude total e parcial de movimento os exercícios flexão de cotovelo e extensão de joelho. Apesar de treinarem com carga de magnitude menor no exercício que executaram com amplitude total de

movimento, houve um incremento percentual maior da força muscular dinâmica avaliada pelo teste de 1RM. Aqueles que treinaram a flexão de cotovelo em amplitude total de movimento tiveram, em média, um incremento de 29,37% na 1RM, enquanto que aqueles que treinaram em amplitude parcial incrementaram 18,42%. Para o exercício de extensão de joelho, o comportamento foi semelhante à flexão de cotovelo, com um incremento, em média, de 25,69% na 1RM daqueles que treinaram em amplitude total e de 15,06% daqueles que treinaram em amplitude parcial.

Estes resultados concordam com alguns estudos que também utilizaram o teste de 1RM (MASSEY *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2012). Massey *et al.* (2005) realizaram 10 semanas de treinamento do exercício supino com três grupos, amplitude total, amplitude parcial e misto (amplitude total e parcial). Os autores também encontraram diferenças significativas entre os grupos nos incrementos de 1RM no supino, sendo que o grupo amplitude total teve incrementos superiores aos outros dois grupos. Foram encontrados, aproximadamente, 35,30% de incremento de 1RM no grupo total, 22,50% no grupo parcial e 23% no grupo misto. Pinto *et al.* (2012) também utilizaram o teste de 1RM e encontraram diferenças entre os incrementos dos grupos em um estudo com metodologia similar a do presente estudo. Estes autores realizaram 10 semanas de treinamento de flexão de cotovelo com os grupos de amplitude total e parcial. Foram encontrados incrementos de 1RM de 25,7% para o grupo total e 16% para o grupo parcial.

No entanto, Massey *et al.* (2004) realizaram um estudo de 10 semanas de treinamento de força no supino com os grupos total, parcial e misto e não encontraram diferenças nos incrementos de 1RM entre os grupos total, parcial e misto (aproximadamente 15,02%, 13,82% e 8,02% respectivamente). Massey *et al.* (2005) justificam as diferenças entre os achados devido as amostras de cada estudo, visto que o estudo de Massey *et al.* (2004) foi com homens jovens destreinados e o de Massey *et al.* (2005) com mulheres jovens destreinadas. Segundo os autores, apesar de classificados como destreinados, os homens participantes do estudo de 2004 tinham mais experiência com treinamento de força do que as mulheres utilizadas no estudo de 2005. Neste sentido, os resultados estão de acordo com os do presente estudo, pois assim como Massey *et al.* (2005)

e Pinto *et al.* (2012) foram utilizados sujeitos destreinados, sem muita experiência com treinamento de força, e diferenças nos incrementos de 1RM entre aqueles que treinaram em amplitude total e parcial foram encontradas.

Dessa forma, os resultados do presente estudo e da literatura apontam o treinamento realizado em amplitude total de movimento como mais efetivo para incrementos de 1RM em indivíduos iniciantes no treinamento de força. Cabe ressaltar, que o teste de 1RM é representativo da força muscular dinâmica e muito utilizado em pesquisas da área do treinamento de força, além de ter grande importância no campo prático (CHANDLER; BROWN, 2008; CARPINELLI, 2011).

Outro achado relevante deste estudo foi a diferença encontrada no número de repetições pós treinamento com 60% de 1RM absoluto. O grupo que realizou o exercício em amplitude total de movimento conseguiu realizar mais repetições com a mesma carga pré treinamento após 12 semanas do que o grupo que treinou o exercício em amplitude parcial de movimento. Tanto para a flexão de cotovelo quanto para a extensão de joelho, o número de repetições do grupo que treinou o exercício em amplitude total foi superior, mesmo tendo executado o mesmo número de repetições que o outro grupo durante todo o treinamento e com menor carga. O teste de 60% de 1RM absoluto expressa a resistência muscular dinâmica e é um teste também bastante utilizado por especialistas da área (CAMPOS *et al.*, 2002). Não foi encontrado nenhum outro estudo na literatura que tenha utilizado este teste para comparar treinamentos de força realizados em diferentes amplitudes. No entanto, com os resultados encontrados pode-se afirmar que o treinamento em amplitude total parece ser mais eficiente para incrementar a resistência muscular dinâmica, quando avaliada em toda amplitude de movimento. Com isso, podemos concluir que para incremento de resistência muscular a intensidade da carga utilizada não é fator determinante e sim o tempo de contração muscular, que para aqueles que realizaram o exercício em amplitude total foi maior para um mesmo número de repetições, por ter que deslocar a carga em uma faixa de ângulos maior.

É interessante observar que com 60% de 1RM os sujeitos do presente estudo foram sempre capazes de executar um número maior de repetições no

exercício flexão de cotovelo. Acredita-se que isso possa ter acontecido pelo fato de que o exercício de flexão de cotovelo foi realizado em um banco *Scott* e com peso livre, enquanto o exercício extensão de joelho foi realizado em um equipamento de resistência variada e com maior torque externo nos primeiros ângulos do movimento (próximo a 90° de flexão de joelho), levando mais rapidamente à fadiga muscular.

Com o objetivo de avaliar o pico de força e a força em diferentes ângulos, foram realizados testes em um dinamômetro isocinético de forma dinâmica e isométrica. Na flexão de cotovelo isocinética, os dois grupos de treinamento incrementaram o pico de torque; no entanto, não houve diferença entre os incrementos dos grupos PS-TI e TS-PI. O mesmo ocorreu em todos ângulos avaliados de flexão de cotovelo (10°, 90° e 120°), nos quais os grupos que treinaram, independente da condição, tiveram incrementos percentuais semelhantes. Ainda, apenas os incrementos percentuais em 10° não diferenciaram dos valores do grupo controle.

Na extensão de joelho, resultados semelhantes foram encontrados. Os picos de torque isocinético dos grupos PS-TI e TS-PI apresentaram incrementos percentuais semelhantes. Já para o pico de torque isométrico avaliado em 5° de extensão de joelho, apenas o grupo que treinou em amplitude total apresentou valores superiores aos do grupo controle neste ângulo. Nos outros ângulos avaliados (60° e 90°) os dois grupos de treinamento apresentaram incrementos percentuais semelhantes nos picos de torque isométrico. À exceção do teste em 5°, em todos outros as alterações percentuais dos grupos de treinamento após as 12 semanas foram superiores das do grupo controle.

Assim, podemos verificar que nos testes isocinéticos de flexão de cotovelo e extensão de joelho os dois grupos foram capazes de incrementar de forma similar o pico de torque isocinético. Estes resultados diferem dos encontrados por Clark *et al.* (2011), que avaliaram o pico de força em contração isocinética. Estes autores realizaram um treinamento de força de cinco semanas com atletas divididos em dois grupos, um treinava com amplitudes variadas e outro em amplitude total o exercício supino. Foram encontrados maiores picos de força no grupo que treinou

em amplitude variada quando comparado ao que treinou em amplitude total. No entanto, as diferenças entre os resultados podem ser porque o treinamento em amplitude variada proposto por Clark *et al.* (2008; 2011) é bem diferente do treinamento em amplitude parcial, utilizado no presente estudo. No primeiro, os sujeitos realizavam cinco séries por sessão de treinamento e a primeira das cinco séries era realizada em amplitude total de movimento, a segunda em $\frac{3}{4}$ da amplitude total, a terceira em $\frac{1}{2}$, a quarta em $\frac{1}{4}$ e a quinta e última em amplitude total de movimento. Ainda, o pico de torque representa o maior valor de força executado durante toda amplitude de movimento; especula-se que nenhuma diferença entre os grupos tenha sido encontrada no presente estudo, pois os ângulos de maior produção de força foram treinados pelos dois grupos.

Ademais, os incrementos nos picos de torque isométricos avaliados em diferentes ângulos, de maneira geral, por não terem sido diferentes entre os grupos de treinamento, apontam para uma transferência de força isométrica para ângulos não treinados. Estes resultados corroboram parcialmente com alguns encontrados na literatura. Um dos primeiros estudos que avaliou ganhos de força fora dos ângulos treinados foi o de Thepaut-Mathieu *et al.* (1988), que realizaram treinamento isométrico por cinco semanas com três grupos, cada um treinando em um ângulo diferente de flexão de cotovelo. Embora tenham encontrado maiores ganhos de força nos ângulos treinados, encontraram também ganhos significativos em ângulos não treinados em todos os grupos. Graves *et al.* (1992) também encontraram transferência dos incrementos de força para ângulos não treinados após 12 semanas de treinamento de força dinâmico de extensão lombar realizado com três grupos, dois de amplitude parcial e um de amplitude total. Estes autores avaliaram o torque isométrico em diversos ângulos e não encontraram diferença entre os grupos de amplitude parcial e total nos ângulos avaliados. Barak *et al.* (2004) realizaram treinamento isocinético de extensão de joelho por seis semanas com quatro grupos, em que todos treinaram em amplitude parcial (30° a 60°), mas com diferentes velocidades (30°/s e 90°/s) e tipos de contração (concêntrica e excêntrica). Neste estudo foram encontrados ganhos de força em todos os ângulos avaliados (10°, 45° e 80°) em todos os grupos e os autores afirmam a transferência dos incrementos de força para ângulos não treinados. No entanto, os ganhos de força no ângulo treinado foram maiores para três dos quatro grupos. Ainda, no

estudo de Clark *et al.* (2011) não foi encontrada diferença entre os resultados dos testes isométricos entre os grupos que treinaram em amplitude variada e total.

Por outro lado, Graves *et al.* (1989), que realizaram 10 semanas de treinamento de força de extensão de joelho com três grupos, dois de amplitude parcial e um de amplitude total, reportaram maiores ganhos de força isométrica nos ângulos treinados, com diferenças nos grupos de amplitude parcial nos ângulos mais afastados daqueles treinados e, ainda, em nenhum ângulo os grupos de amplitude parcial foram superiores ao de amplitude total. Kitai e Sale (1989) não encontraram transferência de força para ângulos não treinados após seis semanas de treinamento isométrico de flexão plantar de tornozelo em um único ângulo (0°) e foram encontrados ganhos de força apenas em 0° e no ângulo adjacente (5°).

Os resultados de pico de torque isométrico do presente estudo sugerem que a força isométrica em diferentes ângulos não é significativamente alterada como resultado de um treinamento dinâmico realizado em amplitude total ou parcial de movimento. Contudo, acredita-se que estes resultados possam ter sido influenciados pela falta de especificidade do teste relacionado com o treinamento, visto que o treinamento foi de natureza dinâmica e estes testes foram de natureza isométrica. Esta falta de relação do teste com o treinamento como uma limitação já havia sido reportada por outros estudos (BAKER *et al.*, 1994a; FOLLAND; WILLIAMS, 2007; CLARK *et al.*, 2011).

Baker *et al.* (1994a) investigaram as relações entre avaliações dinâmicas e isométricas de forma aguda e crônica. Eles não encontraram relações significativas entre as medidas de força isométrica e dinâmica e não encontraram relação entre as alterações na força isométrica e dinâmica decorrentes do treinamento de força dinâmico. Os autores afirmaram que os mecanismos que contribuem para o incremento de força dinâmica não se relacionam com os mecanismos que contribuem para o aumento de força isométrica. Sendo assim, concluíram que existe uma especificidade da função muscular e que é questionável a validação de testes isométricos para medirem as adaptações de um treinamento dinâmico. Murphy e Wilson (1996) também não encontraram relações significativas entre as medidas de força isométrica e a performance dinâmica e concluíram que testes

isométricos podem não ser adequados para prever a performance dinâmica.

Com relação à especificidade, a posição do corpo e o padrão do movimento parecem também influenciar as medidas de força, independente de a contração ser dinâmica ou isométrica. Entretanto, se a estrutura do teste for similar, o tipo de contração pode indicar a especificidade da força (BAKER *et al.*, 1994a). No presente estudo, a especificidade do teste parece ter influenciado os resultados, uma vez que nos testes realizados em um dinamômetro e com contrações isométricas, as diferenças entre os incrementos dos grupos não foram encontradas. Todavia, nos testes de 1RM, que foram realizados nos mesmos equipamentos utilizados no treinamento e de forma dinâmica, as diferenças após o treinamento puderam ser identificadas.

Não foram encontrados incrementos significativos de ativação muscular no presente estudo. Poucos estudos comparando treinamentos em diferentes amplitudes avaliaram a ativação muscular por eletromiografia. Contudo, os resultados encontrados corroboram com os de Clark *et al.* (2011), que também não encontraram resultados significativos de ativação muscular avaliada apenas de forma isométrica. Outros estudos, que não investigaram treinamentos em diferentes amplitudes, mas que avaliaram a ativação muscular pós treinamento, também não encontraram incrementos significativos (GARFINKEL; CAFARELLI, 1992; NARICI *et al.*, 1996; AAGAARD *et al.*, 2002).

Especula-se que isso possa ter acontecido também devido à especificidade do teste na qual a ativação muscular foi mensurada. Esta foi medida durante os testes isocinéticos e isométricos, ambas as contrações dos testes de natureza diferente do treinamento. Apesar de dinâmica, a contração durante um teste isocinético é máxima durante toda amplitude de movimento; já durante o treinamento, em alguns ângulos o músculo é mais exigido que em outros. Nakazawa *et al.* (1993) encontraram diferentes padrões de ativação dos músculos bíceps braquial e braquial durante contrações concêntricas, excêntricas e isométricas. Murphy e Wilson (1996) também encontraram diferentes padrões de ativação nos músculos tríceps braquial e peitoral maior durante contração isométrica e dinâmica. Outra possível explicação para a falta de incrementos

significativos na ativação muscular avaliada pela eletromiografia de superfície pode ser a reprodutibilidade da eletromiografia que permanece questionável. Isto, devido a problemas com recolocação dos eletrodos, a impedância variável da pele e do tecido subcutâneo, bem como mudanças na morfologia dos músculos que podem alterar a capacidade de detectar mudanças longitudinais com esta técnica (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). No entanto, cabe ressaltar que a impedância da pele e a recolocação dos eletrodos foram controladas neste estudo.

Embora não tenham sido verificadas diferenças na ativação muscular com a metodologia utilizada no presente estudo, acredita-se que parte das diferenças encontradas nos ganhos de força e resistência muscular, encontradas nos testes de 1RM e de 60% de 1RM absoluto respectivamente, entre os grupos de treinamento tenham ocorrido por meio de mecanismos neurais. Assim, se o sinal EMG tivesse sido mensurado nos testes de 1RM, ou, ainda, em condições submáximas e para uma mesma carga pré e pós treinamento, talvez a mudança no nível de ativação muscular tivesse sido observada, conquanto sejam estas apenas especulações.

Uma importante variável mensurada no presente estudo é a espessura muscular, utilizada para verificar as possíveis adaptações morfológicas ao treinamento. Para esta variável, foi encontrado que apenas 12 semanas de treinamento de força, com uma frequência de duas sessões por semana, foram capazes de causar incrementos significativos na espessura muscular de todos os músculos avaliados, flexores de cotovelo e extensores de joelho. Foi encontrado na literatura, até então, apenas um estudo com treinamentos realizados em diferentes amplitudes de movimento que mensurou a espessura muscular (PINTO *et al.*, 2012). No presente estudo, para os flexores de cotovelo avaliados nos pontos de referência adotados, foram encontrados incrementos significativos, mas não foram detectadas diferenças entre os grupos que treinaram em amplitude total e parcial de movimento. Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Pinto *et al.* (2012), estudo de metodologia muito similar a este. Os autores realizaram um treinamento com duração de 10 semanas e sugerem que diferenças poderiam ser encontradas se o treinamento tivesse um período um pouco mais prolongado, entretanto 12 semanas também não foram suficientes

para encontrar diferenças entre os grupos de treinamento nos músculos flexores do cotovelo, embora nos dois estudos os incrementos do grupo que treinou em amplitude total de movimento tenham sido um pouco maiores do que o grupo que treinou em amplitude parcial (7,34% e 8,25% no presente estudo, respectivamente).

Além da medida da espessura muscular nos pontos de referência, propostos pela literatura, fez-se a medida de dois pontos adjacentes ao de referência no músculo bíceps braquial, com o objetivo de verificar a hipertrofia em diferentes pontos dispostos ao longo do músculo. Verificou-se com essa análise incrementos significativos ao longo do músculo para os dois grupos de treinamento, mas diferenças entre os grupos de treinamento não foram encontradas. Não foi encontrado nenhum estudo com treinamento em diferentes amplitudes de movimento que tenha realizado a medida de espessura em mais de um ponto do mesmo músculo.

Os resultados aqui encontrados para os músculos flexores do cotovelo apontam que as diferenças de força e resistência muscular encontradas entre os grupos que treinaram a flexão de cotovelo em amplitude parcial e total possivelmente tenham ocorrido devido a diferentes adaptações neurais e não às adaptações morfológicas.

Por outro lado, resultados diferentes foram encontrados para espessura muscular dos extensores de joelho. Nestes, também foram encontrados incrementos significativos de espessura muscular após 12 semanas de treinamento, mas foram encontradas diferenças significativas entre os grupos que treinaram em amplitude total e parcial de movimento, tanto nos pontos de referência quanto ao longo do músculo vasto lateral, tendo o grupo que treinou em amplitude total de movimento obtido ganhos estatisticamente maiores de espessura muscular. Assim sendo, pode-se afirmar que 12 semanas de treinamento em diferentes amplitudes foram suficientes para causar diferenças significativas de espessura muscular nos extensores de joelho e o treinamento em amplitude total foi mais efetivo para ganhos de hipertrofia nestes músculos. Além disso, pode-se especular que parte das diferenças encontradas de força e

resistência muscular entre os grupos que treinaram a extensão de joelho em amplitude parcial e total possam ter ocorrido também em função das adaptações morfológicas.

Interessantemente, as diferenças que foram encontradas no presente estudo, todas favoráveis ao treinamento de força realizado em amplitude total de movimento, ocorreram mesmo tendo este grupo realizado o exercício com carga significativamente menor do que o grupo que o realizou em amplitude parcial durante todo o período de treinamento. Foi verificado que na flexão de cotovelo o grupo PS-TI treinou com cargas aproximadamente 48% mais elevadas do que o grupo TS-PI durante todo o treinamento. Na extensão de joelho, foi observado que o grupo TS-PI treinou com cargas aproximadamente 62% mais elevadas que o grupo PS-TI. Assim, contrariando a hipótese colocada por alguns autores de que a utilização de cargas supra máximas em amplitude parcial de movimento poderia possibilitar um declínio na inibição neural dos músculos agonistas do movimento e causar maiores incrementos de força (MOOKERJEE; RATAMESS, 1999; MASSEY *et al.*, 2004).

Estas diferenças entre as cargas utilizadas durante o treinamento realizado em amplitude total e parcial de movimento estão de acordo com outros estudos da área. Mookerjee e Ratamess (1999) encontraram de forma aguda no exercício supino que para uma repetição máxima realizada em amplitude parcial foi possível levantar uma carga 10,7% mais elevada do que uma repetição máxima em amplitude total de movimento. Os mesmos autores encontraram também que para cinco repetições máximas no supino, quando executadas em amplitude parcial a carga utilizada foi 17,6% mais elevada do que em amplitude total de movimento. Massey *et al.* (2004; 2005) utilizaram cargas 35% mais elevadas durante todo treinamento no grupo que treinou o exercício supino em amplitude parcial quando comparado ao grupo de amplitude total. Ainda, Clark *et al.* (2008) verificaram em um teste agudo de seis repetições máximas realizadas em diferentes amplitudes do exercício supino que quanto menor era a amplitude utilizada, maior era a carga utilizada. Pinto *et al.* (2012) corroboram com isso e utilizaram durante todo treinamento cargas, em média, 36% mais elevadas na flexão de cotovelo no grupo que realizou em amplitude parcial quando comparado ao grupo de amplitude total

de movimento.

Com isso, pode-se acreditar que o treinamento em amplitude total de movimento é mais efetivo para incrementos de força, resistência e até mesmo hipertrofia muscular do que o treinamento em amplitude parcial para membros inferiores e superiores (embora os incrementos de espessura nos flexores de cotovelo tenham sido semelhantes nos dois grupos). Além disso, parece que foi mais determinante para os ganhos o maior tempo em contração e/ou a presença de sobrecarga em comprimentos musculares de baixa capacidade de produção de força do que a maior carga utilizada nos treinamentos. Apesar de não ter sido avaliado neste estudo, pode ser que um maior trabalho por repetição possa ter sido realizado no exercício com amplitude total. Essa hipótese é apoiada por Clark *et al.* (2008) que observaram um maior trabalho quanto maior foi a amplitude de movimento utilizada, mesmo a carga deslocada tendo sido menor.

Ademais, pelas cargas consideravelmente mais elevadas utilizadas no treinamento em amplitude parcial, o risco de lesão e o estresse articular parecem ser maiores neste tipo de treinamento. Sendo assim, também pela segurança o treinamento em amplitude total de movimento pode ser mais adequado, principalmente para sujeitos iniciantes no treinamento de força (MASSEY *et al.*, 2005; CLARK *et al.*, 2011; PINTO *et al.*, 2012). Ainda, Graves *et al.* (1992) afirmam que o treinamento em amplitude total é importante para a flexibilidade e para manter a mobilidade articular. Contudo, o treinamento em amplitude parcial pode ser uma opção de treinamento complementar para atletas ou indivíduos mais experientes no treinamento de força (MASSEY *et al.*, 2004; MASSEY *et al.*, 2005; CLARK *et al.*, 2008; CLARK *et al.*, 2011), os quais já têm uma menor janela de treinamento em amplitude total e possuem articulações com capacidade de suportar cargas supramáximas, o que lhes permite se beneficiarem deste treinamento por necessitar da habilidade de desenvolver contramovimentos em diferentes amplitudes e ângulos de movimento durante suas atividades esportivas (CLARK *et al.*, 2008; CLARK *et al.*, 2011; PINTO *et al.*, 2012).

6 CONCLUSÕES

Com os resultados do presente estudo, conclui-se que o treinamento de força realizado em amplitude total de movimento é mais efetivo para ganhos de força muscular dinâmica, resistência muscular e hipertrofia; embora, diferentemente dos músculos extensores de joelho, os músculos flexores de cotovelo não tenham apresentado diferenças de espessura muscular entre os grupos que treinaram em amplitude total e parcial de movimento.

Ainda, pelo treinamento em amplitude parcial de movimento utilizar cargas muito mais elevadas do que o treinamento em amplitude total, ele pode ser menos seguro, oferecendo um maior risco de lesão por estresse articular devido às cargas supra máximas utilizadas. Dessa maneira, o treinamento em amplitude total, além de mais efetivo, parece mais seguro e adequado para sujeitos iniciantes no treinamento de força.

Sendo assim, o treinamento em amplitude parcial de movimento pode ser visto como uma opção complementar ao treinamento de força em amplitude total, para sujeitos experientes em treinamento de força ou atletas.

Por fim, a partir dos resultados do presente estudo, conclui-se que o maior tempo em contração muscular e/ou a presença de sobrecarga em comprimentos musculares de baixa capacidade de produção de força foi mais determinante do que a carga mais elevada para causar maiores adaptações neuromusculares e morfológicas em 12 semanas de treinamento de força, nos músculos flexores de cotovelo e extensores de joelho de homens jovens.

7 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS

Uma das possíveis limitações deste estudo foi a falta de especificidade na avaliação da ativação muscular. Pois esta foi apenas avaliada em testes com contração isocinética e isométrica, sendo diferentes das contrações que ocorreram durante o treinamento. Para futuras investigações, seria interessante a avaliação da ativação muscular em testes mais específicos, como o de 1RM.

Ainda com relação à avaliação da ativação muscular, a colocação do eletrodo em um mesmo ponto para a avaliação da mesma em diferentes ângulos pode ter sido uma limitação.

Outra possível limitação deste estudo foi a falta de controle na dieta diária dos sujeitos. Pois, sabe-se que a ingesta alimentar, principalmente na refeição logo após o treinamento, está diretamente relacionada à síntese proteica, que influencia a hipertrofia muscular.

Para futuras investigações, seria interessante a realização de um teste dinâmico em amplitude parcial, podendo este trazer maior entendimento com relação à especificidade do treinamento. Além disso, a avaliação e exploração de outras variáveis como, trabalho por repetição e dano muscular após uma sessão de treinamento em amplitude parcial e total de movimento, podem auxiliar na compreensão das diferenças crônicas entre estes tipos de treinamento.

REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; ANDERSEN, J.L.; DYHRE-POULSEN, P.; LEFFERS, A.M.; WAGNER, A.; MAGNUSSON, S.P.; HALKJAER-KRISTENSEN, J.; SIMONSEN, E.B. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **The Journal of Physiology**, v. 534, p. 613-23, 2001.

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.; ANDERSEN, J.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 4, p. 1318-26, 2002.

ABE, T.; DEHOYOS, D.V.; POLLOCK, M.L.; GARZARELLA, L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p. 174-80, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364-80, 2002.

ANDERSON, T.; KEARNEY, J.T. Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 53, n. 1, p. 1-7, 1982.

BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. **Essential of strength training and conditioning**. 2ª ed., Champaign: Human Kinetics, 2000.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 68, n. 4, p. 350-55, 1994a.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 8, n. 4, p. 235-42, 1994b.

BARAK, Y.; AYALON, M.; DVIR, Z. Transferability of Strength Gains from Limited to Full Range of Motion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 8, p. 1413-20, 2004.

BEMBEN, M. G. Use of diagnostic ultrasound for assessing muscle size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 16, n. 1, p. 103 – 8, 2002.

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

BOTTARO, M.; VELOSO, J.; WAGNER, D.; GENTIL, P. Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained. **Science & Sports**, v. 26, n. 5, p. 259-64, 2011.

BUFORD, T.W.; ROSSI, S.J.; SMITH, D.B; WARREN, A.J. A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1245–50, 2007.

CAMPOS, G.E.; LUECKE, T.J.; WENDELN, H.K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F.C.; MURRAY, T.F.; RAGG, K.E.; RATAMESS, N.A.; KRAEMER, W.J.; STARON, R.S. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1-2, p. 50-60, 2002.

CAROLAN, B.; CAFARELLI, E. Adaptations in coactivation after isometric resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 73, n. 3, p. 911-17, 1992.

CARPINELLI, R.N. Assessment of one repetition maximum (1RM) and 1RM prediction equations: are they really necessary? **Medicina Sportiva**, v. 15, n. 2, p. 91-102, 2011.

CHANDLER, T.J; BROWN, L.E. **Conditioning for Strength and Human Performance**. Baltimore: Lippincott Williams & Williams, 2008.

CHILIBECK, P.D.; STRIDE, D.; FARTHING, J.P.; BURKE, D.G. Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1781-88, 2004.

CLARK, R.A; BRYANT, A.L.; HUMPHRIES, B. An Examination of Strength and Concentric Work Ratios During Variable Range of Motion Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1716-19, 2008.

CLARK, R.A.; HUMPHRIES, B.; HOHMANN, E.; BRYANT, A.L. The influence of variable range of motion training on neuromuscular performance and control of

external loads. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 704-11, 2011.

COOMBS, R.; GARBUTT, G. Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 1, n. 3, p. 56-62, 2002.

COSTA, R.F. **Composição Corporal: teoria e prática da avaliação**. 1ª. ed., São Paulo: Manole, 2001.

FAIGENBAUM, A.D. Strength training for children and adolescents. **Clinics in Sports Medicine**, v. 19, n. 4, p. 593–619, 2000.

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

DE LUCA, C.J. The use of electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–63, 1997.

FLECK, J.S; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.

FLING, B.W.; CHRISTIE, A.; KAMEN, G. Motor unit synchronization in FDI and biceps brachii muscles of strength-trained males. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 5, p. 800-9, 2009.

FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 145-68, 2007.

FUKUNAGA, T.; KAWAKAMI, Y.; KUNO, S.; FUNATO, K.; FUKASHIRO, S. Muscle Architecture and function in humans. **Journal of Biomechanics**, v. 30, n. 5, p. 457-63, 1997.

GABRIEL, D.A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural Adaptations to Resistive Exercise: Mechanisms and Recommendations for Training Practices. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 133-49, 2006.

GARFINKEL, S.; CAFARELLI, E. Relative changes in maximal force, emg, and muscle cross-sectional area after isometric training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 11, p. 1220-27, 1992.

GONYEA, W.J.; SALE, D.G.; GONYEA, F.B.; MIKESKY, A. Exercise induced increases in muscle fiber number. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 55, n. 2, p. 137-41, 1986.

GRAVES, J.E.; POLLOCK, M.L.; JONES, A.E.; COLVIN, A.B.; LEGGETT, S.H. Specificity of limited range of motion variable resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 21, n. 1, p. 84 – 9, 1989.

GRAVES, J.E.; POLLOCK, M.L.; LEGGETT, S.H.; CARPENTER, D.M.; FIX, C.K.; FULTON, M.N. Limited range-of-motion lumbar extension strength training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 1, p. 128-33, 1992.

HAKKINEN, K.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K.; LASSILA, H.; MALKIA, E.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U.; ALEN, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **Journal of Applied Physiology**, v. 84, n. 4, p. 1341-49, 1998a.

HAKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; GORDON, S.E.; MCCORMICK, M.; VOLEK, J.S.; NINDL, B.C.; GOTSHALK, L.A.; CAMPBELL, W.W.; EVANS, W.J.; HAKKINEN, A.; HUMPHRIES, B.J.; KRAEMER, W.J. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 53, n. 6, p. 415-23, 1998b.

HAKKINEN, K.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; ALEN, M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 2, p. 569-80, 2001.

HAKKINEN, k.; ALEN, M.; KRAEMER, W.J.; GOROSTIAGA, E.; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H.; MIKKOLA, J.; HAKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; KAARAKAINEN, E.; ROMU, S.; EROLA, V.; AHTIAINEN, J.; PAAVOLAINEN, L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 42-52, 2003.

HASS, C.J.; FEIGENBAUM, M.S.; FRANKLIN, B.A. Prescription of resistance training for healthy populations. **Sports Medicine**, v. 31, n. 14, p. 953-64, 2001.

HATFIELD, D.L.; KRAEMER, W.J.; SPIERING, B.A.; HÄKKINEN, K.; VOLEK, J.S.; SHIMANO, T.; SPREUWENBERG, L.P.B.; SILVESTRE, R.; VINGREN, J.L.; FRAGALA, M.S.; GOMEZ, A.L.; FLECK, S.J.; NEWTON, R.U.; MARESH, C.M. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 760-66, 2006.

HOUSH, D.J.; HOUSH, T.J.; JOHNSON, G.O.; CHU, W.K. Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 73, n. 1, p. 65-70, 1992.

KAMEN, G.; KNIGHT, C.A. Training-related adaptations in motor unit discharge rate in young and older adults. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 59, n. 12, p. 1334-38, 2004.

KITAI, T.A.; SALE, D.G. Specificity of joint angle in isometric training. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 58, n. 7, p. 744-48, 1989.

KOMI, P.V. **Strength and power in sport**. 5^a ed., Oxford: Blackwell, 2003

KORHONEN, M.T.; MERO, A.A.; ALLEN, M.; SIPILÄ, S.; HÄKKINEN, K.; LIIKAVAINIO, T.; VIITASALO, J.T.; HAVERINEN, M.T.; SUOMINEN, H. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 4, p. 844-56, 2009.

KRAEMER, W.J. Exercise prescription in weight training: manipulating program variables. **Strength and Conditioning Journal**, v. 5, n. 3, p. 58-61, 1983.

KRAEMER, W.J. Strength training basics: Designing workouts to meet patients' goals. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 31, n. 8, p. 39-45, 2003.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A.; FRENCH, D.N. Resistance training for health and performance. **Current Sports Medicine Reports**, v. 1, n. 3, p. 165-71, 2002.

KULIG, K.; ANDREWS, J.G.; HAY, J.G. Human strength curves. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 12, n. 1, p. 417-66, 1984.

KUMAGAI, K.; ABE, T.; BRECHUE, W.F.; RYUSHI, T.; TAKANO, S.; MIZUNO, M. Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 3, p. 811-16, 2000.

LEIS, A.A.; TRAPANI, V.C. **Atlas of Electromyography**. Oxford, NY: Oxford University Press, 2000.

LINDH, M. Increase of muscle strength from isometric quadriceps exercises at different knee angles. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 11, n. 1, p. 33-6, 1979.

LOMBARDI, V.P. **Beginning weight training: The safe and effective way.** Dubuque, IA: Wm. C. Brown, 1989.

MAIA, J. **Análise de variância.** Universidade do Porto. 2004

MASSEY, D.C.; VICENT, J.; MANEVAL, M.; MOORE, M.; JOHNSON, J.T. An Analyses of Full Range of Motion vs. Partial Range of Motion Training in the Development of Strength in Untrained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 518-21, 2004.

MASSEY, D.C.; VINCENT, J.; MANEVAL, M.; JOHNSON, J.T. Influence of Range of Motion in Resistance Training in Women: Early Phase Adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 409-11, 2005.

MACDOUGALL, J.D.; SALE, D.G.; ALWAYS, S.E.; SUTTON, J.R. Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects. **Journal of Applied Physiology**, v. 57, n. 5, p. 1399-403, 1984.

MCNAIR, J.P.; STANLEY, S. Quadriceps Muscle Training in a Restricted Range of Motion: Implications for Anterior Cruciate Ligament Deficiency. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 77, n.6, p. 582-85, 1996.

MOOKERJEE, S.; RATAMESS, N. Comparison of Strength Differences and Joint Action Durations Between Full and Partial Range-of-Motion Bench Press Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 1, p. 76-81, 1999.

MUNN, J.; HERBERT, R.D.; HANCOCK, M.J.; GANDEVIA, S.C. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 5, p. 1880-84, 2005.

MURPHY, A.J; WILSON, G.J. Poor correlations between isometric tests and dynamic performance: relationship to muscle activation. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 73, n. 3-4, p. 353-57, 1996.

NAKAZAWA, K.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T.; YANO, H.; MIYASHITA, M. Differences in activation patterns in elbow flexor muscles during isometric, concentric and eccentric contractions. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 66, n. 3, p. 214-20, 1993.

NARICI, M.V.; HOPPELER, H.; KAYSER, B.; LANDONI, L.; CLAASSEN, H.; GAVARDI, C. CONTI, M.; CERRETELLI, P. Human quadriceps cross-sectional

area, torque and neural activation during 6 months strength training. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 157, n. 2, p. 175-86, 1996.

NARICI, M.V.; ROI, G.S.; LANDONI, L.; MINETTI, A.E.; CERRETELLI, P. Changes in forces, cross-sectional areas and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 59, n. 4, p. 310-19, 1989.

PHILLIPS, B.A.; LO, S.K.; MASTAGLIA, F.L. Isokinetic and isometric torque values using a Kin-Com dynamometer in normal subjects aged 20 to 69 years. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 8, n. 3, p. 147-59, 2000.

PINTO, R.S; GOMES, N.; RADAELLI, R.; BOTTON, C.E.; BROWN, L.E.; BOTTARO, M. Effect of range of motion on muscle strength and thickness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2140-45, 2012.

PLATONOV, V. N. **Teoria geral do treinamento desportivo olímpico**. 1ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2004.

REEVES, N.D.; MAGANARIS, C.N.; NARICI, M.V. Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans. **Muscle Nerve**, v. 31, n. 3, p. 355-64, 2005.

REICHARD, L.B.; CROISIER, J.L.; MALNATI, M.; KATZ-LEURER, M.; DVIR, Z. Testing knee extension and flexion strength at different ranges of motion: and isokinetic and eletromyographic study. **European Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 371-76, 2005.

REYNOLDS, J.M.; GORDON, T.J.; ROBERGS, R.A. Prediction of 1 repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 584-92, 2006.

RØNNESTAD, B.R.; KOJEDAL, O.; LOSNEGARD, T.; KVAMME, B.; RAASTAD, T. Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 6, p. 2341-52, 2011.

RUTHERFORD, O.M.; JONES, D.A. The role of learning and coordination in strength training. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 55, n. 1, p.100-5, 1986.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P.J. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 523-27, 2006.

SHIMANO, T.; KRAEMER, W.J.; SPIERING, B.A.; VOLEK, J.S.; HATFIELD, D.L.; SILVESTRE, R.; VINGREN, J.L.; FRAGALA, M.S.; MARESH, C.M.; FLECK, S.J.; NEWTON, R.U.; SPREUWENBERG, L.P.B; HAKKINEN, K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 819-23, 2006.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDIS, S.P. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 4, p. 644-54, 2003.

STARKEY, D.B; POLLOCK, M.L; ISHIDA, Y.; WELSH, M.A.; BRECHUE, W.F.; GRAVES, J.E.; FEIGENBAUM, M.S. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, n. 10, p. 1311-20, 1996.

SULLIVAN, J.J.; KNOWLTON, G.R.; DEVITA, P.; BROWN, D.D. Cardiovascular response to Restricted Range of Motion Resistance Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 10, n. 1, p. 3-7, 1996.

THÉPAUT-MATHIEU, C.; VAN HOECKE, J.; MATON, B. Myoelectrical and mechanical changes linked to length specificity during isometric training. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 4, p. 1500-5, 1988.

WOLFE, B.L.; LEMURA, L.M.; COLE, P.J. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 1, p. 35-47, 2004.

ZHOU, S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: mechanisms of cross education. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 28, n. 4, p. 177-84, 2000.

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, portador do documento de identidade número _____, concordo voluntariamente em participar do estudo "**Adaptações neuromusculares e morfológicas de treinamentos de força realizados com amplitudes total e parcial de movimento**", que envolverá exercícios de força com a utilização de pesos adicionais. Entendo que os testes que realizarei têm por objetivo avaliar as respostas sobre o desenvolvimento de força e alterações na massa muscular de forma crônica. Assim como entendo que poderei fazer parte de qualquer um dos três grupos que vão compor o estudo: grupo que realizará exercício rosca bíceps Scott e extensão de joelho em amplitude total, grupo que realizará exercício rosca bíceps Scott e extensão de joelho somente em amplitude parcial ou grupo controle, que não participará do treinamento.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido sob a coordenação do professor Ronei Silveira Pinto e executado pela aluna de mestrado Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva e estou ciente de que as informações obtidas no decorrer desta investigação serão utilizadas na construção da dissertação de mestrado da mestrande Bruna, e que todas as informações dos indivíduos avaliados utilizadas deverão ser mantidas em sigilo.

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

- Aplicação de um questionário específico sobre histórico de atividade física e de saúde;
- Treinamento de força composto de exercícios de membros superiores e inferiores durante período de 12 semanas;
- Teste de força máxima (1RM), de resistência muscular (60% de 1RM e 10RM) de extensão de joelho e flexão de cotovelo antes e após o período de treinamento de força;
- Testes isocinéticos a 60°/s e contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de extensão de joelho e flexão do cotovelo em diferentes ângulos no dinamômetro isocinético, antes e após o período de treinamento de força;
- Testes de 20, 15, 10 e 8RM no exercício de extensão de joelho e flexão do cotovelo com carga compatível a esta intensidade de esforço;
- Preparação da pele, que inclui os seguintes procedimentos: raspagem dos pêlos, abrasão e limpeza com álcool nas regiões em que serão colocados os eletrodos para avaliação eletromiográfica juntamente com alguns testes, antes e após o período de

treinamento. Estou ciente de que minha pele, com a raspagem dos pêlos e a abrasão e limpeza no local em que os eletrodos serão colocados, poderá ficar avermelhada e que esta vermelhidão da pele poderá permanecer por até dois dias. Além disso, estou ciente também de que poderei sentir leve ardência logo após este procedimento.

- Fixação de eletrodos de superfície na região anterior da coxa e do braço e em cima do osso clavicular para avaliação eletromiográfica, antes e após o período de treinamento.

Entendo que o professor Ronei Silveira Pinto e a mestrandia Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a estes procedimentos pelos telefones (51)3308-5894 e/ou (53)91351151;

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

Entendo que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo.

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

Estou ciente de que estará disponível uma linha telefônica para Assistência Médica de Emergência 192, assim como o professor Ronei Silveira Pinto e a mestrandia Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva se responsabilizarão por qualquer assistência, quando necessária.

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

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Nome completo: _____

Assinatura : _____

ANEXO 2



U F R G S

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs

**CARTA DE APROVAÇÃO****Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs analisou o projeto:****Número:** 20158**Título:** ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E MORFOLÓGICAS DE TREINAMENTOS DE FORÇA REALIZADOS COM AMPLITUDES TOTAL E PARCIAL DE MOVIMENTO**Pesquisadores:****Equipe UFRGS:**

RONEI SILVEIRA PINTO - coordenador desde 17/03/2011

BRUNA GONÇALVES CORDEIRO DA SILVA - pesquisador desde 17/03/2011

Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs aprovou o mesmo por estar adequado ética e metodologicamente e de acordo com a Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde.

Porto Alegre, Quinta-Feira, 24 de Março de 2011

JOSE ARTUR BOGO CHIES
Coordenador da comissão de ética

ANEXO 3**Questionário de Informações Prévias:**

Código do sujeito (preenchido pelo(a) pesquisador(a)): _____

- 1) Pratica ou já praticou treinamento de força?
- 2) Há quanto tempo não realiza treinamento de força?
- 3) Realiza algum outro tipo de treinamento esportivo e/ou exercício que utilize demasiadamente os membros superiores e/ou inferiores? Qual?
- 4) Realiza com frequência algum tipo de trabalho braçal em suas atividades diárias?
- 5) Apresenta algum tipo de doença que possa impedir ou dificultar a prática de exercícios físicos?
 hipertensão doenças cardíacas
 diabetes problemas musculoesqueléticos outros
- 6) Sente ou já sentiu algum desconforto com a prática de exercícios físicos?
- 7) Possui alguma lesão articular ou muscular? Qual?
- 8) Utiliza algum tipo de medicamento? Qual(is)?