

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Bárbara Marques

**EFEITO DO TREINAMENTO DE EXERCÍCIOS MONOARTICULARES E  
MULTIARTICULARES EM RELAÇÃO AOS VALORES DE RAZÃO  
CONVENCIONAL E FUNCIONAL DE JOELHOS**

Porto Alegre  
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Bárbara Marques

**EFEITO DO TREINAMENTO DE EXERCÍCIOS MONOARTICULARES E  
MULTIARTICULARES EM RELAÇÃO AOS VALORES DE RAZÃO  
CONVENCIONAL E FUNCIONAL DE JOELHOS**

Monografia do curso de Bacharelado em  
Educação Física da Escola de Educação  
Física, Fisioterapia e Dança da Universi-  
dade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador: Eduardo Lusa Cadore

Porto Alegre  
2016

**EFEITO DO TREINAMENTO DE EXERCÍCIOS MONOARTICULARES E  
MULTIARTICULARES EM RELAÇÃO AOS VALORES DE RAZÃO  
CONVENCIONAL E FUNCIONAL DE JOELHOS**

Monografia apresentada à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do sul como pré-requisito para conclusão do curso de bacharelado em Educação Física.

Conceito Final

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ - UFRGS.

Orientador- Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore- UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo apoio, todo esforço e por sempre me levar para o caminho do bem. Esse momento é nosso!

Aos colegas e amigos que fiz durante todos esses anos de ESEF, em especial, Fe, Pri, Paula e Stephanie. Obrigada por tornarem todos esses anos mais leve e fáceis.

Aos meus amigos fieis por estarem ao meu lado me ajudando, me tornando uma pessoa melhor, mais madura e mais empática. Em especial Jee, Buba e Liana. Amo vocês.

Aos grandes professores que me deram uma oportunidade ainda maior de aprendizado e me orientaram com excelência durante toda minha trajetória dentro da universidade. E aos meus orientadores de TCC e dentro do que eu escolhi seguir, Ronei Silveira Pinto e Eduardo Lusa Cadore. Obrigada!

## RESUMO

O treinamento de força também conhecido como treinamento com pesos, tem sido largamente reportado na literatura, tanto no âmbito de desempenho físico como para promoção da saúde. Conhecendo melhor o treinamento de força, podemos perceber que existem algumas variáveis que são fundamentais para prescrição do treinamento de força. Dentre elas a seleção de exercício se destaca como uma das principais. Pensando na seleção de exercício o objetivo do estudo foi investigar os efeitos de diferentes protocolos de treino de força, um monoarticular e outro multiarticular no equilíbrio articular. A amostra foi composta por 14 homens (18-30 anos), saudáveis e que não estivessem praticando treinamento de força a pelo menos três meses. Os exercícios escolhidos foram leg press, representando a condição multiarticular e flexão e extensão de joelho representando a condição monoarticular. No primeiro dia foram coletadas as medidas antropométricas, assinatura do termo livre e esclarecido e familiarização dos testes realizados (espessura muscular e dinamometria isocinética). Uma semana depois os sujeitos voltavam ao laboratório e realizavam os testes de espessura muscular e dinamometria isocinética. O equilíbrio articular foi avaliado através das razões convencional ( $PT_{\text{antagonista concêntrico}} / PT_{\text{agonista concêntrico}}$ ) e funcional ( $PT_{\text{antagonista excêntrico}} / PT_{\text{agonista concêntrico}}$ ), que tem como valores normativos de 0,5 a 0,7 para razão convencional e de 0,9 a 1,2 para razão funcional. Após os testes realizados no laboratório, os sujeitos eram encaminhados a academia da universidade, onde passavam por uma familiarização dos exercícios e um teste de 1 RM, referente a todos os exercícios citados. Os sujeitos foram submetidos a 12 semanas de treinamento e após esse período realizaram uma nova avaliação referente ao pós treinamento. A análise estatística foi feita através de média e desvio padrão, pois o trabalho ainda está em andamento e o n amostral não está completo. Os resultados demonstram que nenhuma das condições (multi x mono) foi eficaz no aumento da razão funcional dos sujeitos. Ao analisarmos as demais variáveis, podemos perceber que os resultados foram favoráveis para algumas variáveis como: Torque concêntrico dos extensores e dos flexores de joelho, para espessura muscular de vasto intermédio e biceps femural e nos teste de 1 RM de todos os exercícios já citados, porém para outras se mostrou ineficiente, como: Torque isométrico, Torque excêntrico de flexores de joelho, espessura muscular do reto femural e nas razões convencional e funcional. Como conclusão o estudo mostra que

somente o exercício realizado de forma multiarticular ou monoarticular não é suficiente para otimizar valores relacionados a razão articular, ainda que a literatura demonstre, em diversos estudos, que não há diferença entre as condições multi versus mono, este estudo demonstra que quando tratamos de razões articulares nenhum protocolo se mostrou eficiente.

Palavras chaves: multiarticular, monoarticular, razão articular.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Desenho Experimental. ....	25
<b>Figura 2-</b> Representação o exercício multiarticular que foi utilizado. A: posição inicial do exercício leg press; B: posição final do exercício leg press. ....	27
<b>Figura 3-</b> Representação dos dois exercícios monoarticulares que foram utilizados. A e B: posição inicial e final do exercício extensor de joelho; C: posição inicial do exercício flexor de joelho; D: posição final do exercício flexor de joelho. ....	28
<b>Figura 4-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão e variância de percentual da média) de torque isométrico dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.....	33
<b>Figura 5-</b> Alterações absolutas (média) do torque isométrico dos extensores de joelho para a condição multiarticular e monoarticular, de forma individual.....	34
<b>Figura 6-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão e variância de percentual da média) de torque concêntrico dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.....	34
<b>Figura 7-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão e variância de percentual da média) de torque concêntrica dos flexores de joelho para ambas condições, multi e mono.....	35
<b>Figura 8-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão e variância de percentual da média) de torque excêntrica dos flexores de joelho para ambas condições, multi e mono.....	36
<b>Figura 9-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão) e a variação de percentual da média na espessura muscular dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.....	37
<b>Figura 10-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão) e a variação de percentual da média na espessura muscular dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.....	37
<b>Figura 11-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão) e a variação de percentual da média na espessura muscular dos flexores de joelho para ambas condições, multi e mono.....	38
<b>Figura 12-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão) e a variação de percentual da média na razão convencional de joelho para ambas condições, multi e mono.....	39
<b>Figura 13-</b> Alterações absolutas (média $\pm$ desvio padrão) e a variação de percentual da média da razão funcional de joelho para ambas condições, multi e mono.....	39
<b>Figura 14-</b> Alterações absolutas na média da razão convencional na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual. ....	40
<b>Figura 15-</b> Alterações absolutas na média da razão funcional na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual. ....	40
<b>Figura 16-</b> Alterações absolutas na média do rm leg press pré e pós na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual. ....	41
<b>Figura 17-</b> Alterações absolutas na média do rm de extensor de joelho pré e pós na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual. ....	41
<b>Figura 18-</b> Alterações absolutas na média do rm de flexor de joelho pré e pós na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual. ....	41

**LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1** - Valores absolutos dos dados antropométricos (média ± desvio padrão)..... 22



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Revisão de literatura</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 ANATOMIA MUSCULAR</b> .....	<b>15</b>
2.1.1 RETO FEMURAL .....	15
2.1.2 VASTO INTERMÉDIO .....	15
2.1.3 BICEPS FEMURAL .....	15
<b>2.2 EXERCÍCIO MULTIARTICULAR</b> .....	<b>15</b>
2.2.1 LEG PRESS .....	15
<b>2.3 EXERCÍCIOS MONOARTICULARES</b> .....	<b>15</b>
2.3.1 MESA FLEXORA .....	15
2.3.2 MESA EXTENSORA .....	15
2.1 Adaptações neuromusculares ao treinamento de força .....	16
2.2 Ativação muscular e efeito agudo de exercícios multiarticulares versus monoarticulares .....	17
2.3 Ativação muscular e efeito crônico de exercícios multiarticulares versus monoarticulares .....	18
<b>2.4 COMPARAÇÃO DE EXERCÍCIOS MULTIARTICULARES VERSUS MONOARTICULARES</b> .....	<b>18</b>
2.5 Razões musculares e métodos de avaliação de força máxima .....	19
2.6 Razões musculares ruptura de LCA .....	20
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
3.1 Objetivo Geral .....	14
3.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1 Problema de pesquisa .....	22
4.2 AMOSTRA .....	22
4.3 Delineamento do Estudo e Definição Operacional das Variáveis .....	23
4.3.1 Variáveis independentes .....	23
4.3.2 Variáveis dependentes .....	23
4.4 Instrumentos .....	24
4.5 Procedimentos Metodológicos .....	24
4.6 Protocolos de avaliação .....	24
4.6.1 Exercícios multiarticulares .....	26
4.6.2 Exercícios Monoarticulares .....	27
4.6.3 Programa de Treinamento .....	29
4.6.4 Familiarização .....	29
4.6.5 Procedimentos de Avaliação .....	30
4.6.6 Teste de Repetições Máximas (RMs) .....	30
4.10.7 Dinamometria Isocinética .....	31
4.6.8 Ultrassonografia e mapa de avaliação .....	32
<b>5 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>33</b>
<b>6 RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
<b>6.1 TORQUE ISOMÉTRICO</b> .....	<b>33</b>
6.1.2 TORQUE CONCÊNTRICO DOS EXTENSORES DE JOELHO .....	34
6.1.3 TORQUE CONCÊNTRICO DOS FLEXORES DE JOELHO .....	35

	10
<b>6.1.4 TORQUE EXCÊNTRICO DE FLEXORES DE JOELHO .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 ESPESSURA MUSCULAR .....</b>	<b>36</b>
<b>6.3 RAZÕES CONVENCIONAL E FUNCIONAL .....</b>	<b>38</b>
<b>6.4 TESTE DE REPETIÇÕES MÁXIMAS (RMs) .....</b>	<b>40</b>
<b>7.DISSCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>8.CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>9 RISCOS E BENEFÍCIOS .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>10. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO A - Termo de consentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força, também conhecido como treinamento com pesos (FLECK; KRAEMER, 1999), tornou-se uma das formas mais conhecidas de exercício, tanto para aprimorar o desempenho físico de atletas como para melhorar a aptidão física de pessoas não-atletas. Esse tipo de treinamento é um dos métodos mais eficazes para incrementos de força e massa muscular. Tem sido largamente reportado na literatura a importância dessas valências físicas para manter e aumentar a saúde e a qualidade de vida (HAIRI *et al.*, 2010, KRAEMER; RATAMESS, 2002, LANDERS *et al.*, 2001), e mesmo reduzir o risco de mortalidade (ORTEGA *et al.*, 2012).

Os benefícios do treinamento de força são diretamente influenciados pelas variáveis que podem ser manipuladas ao longo do treinamento. Entre elas estão intensidade, volume, intervalo entre as séries e as sessões, ordem de exercício e seleção de exercícios. (BALSAMO, 2005)

Em relação à seleção dos exercícios que compõe um programa de treinamento de força, estes podem ser divididos em multiarticulares e monoarticulares (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Exercícios multiarticulares envolvem mais de uma articulação e mais de um grupo muscular simultaneamente, enquanto exercícios monoarticulares envolvem apenas uma articulação e a ativação de um grupo muscular específico.

Fleck (2006), observou que exercícios multiarticulares causam uma maior transferência de estímulos para o músculo quando comparado aos exercícios monoarticulares. Porém, Gentil *et al.* (2015) perceberam que não há diferença significativa no aumento de massa muscular e força em homens destreinados, observando que os exercícios multiarticulares quando comparados a exercícios monoarticulares resultaram na mesma magnitude de adaptação nessas variáveis. Anteriormente a este estudo foi realizado um protocolo que comparou os efeitos da adição de um exercício monoarticular na rotina de treino de um exercício multi e comparou o treino combinado (multi+mono) com o treino apenas multiarticular, os resultados demonstraram que exercícios multiarticulares podem ser tão eficientes para aumentos de força e massa muscular quando comparados ao treino combinado (GENTIL *et al.*, 2015).

Na literatura consultada foi encontrado apenas um estudo, Gentil *et al.* (2015), já explicado anteriormente, comparando as variáveis hipertrofia e força muscular

entre exercícios multiarticular *versus* monoarticular, o que acaba comprometendo a escolha dos exercícios durante a periodização de um programa de treinamento, com isso acredita-se que mais estudos devam ser realizados acerca de enriquecer a literatura para futuras pesquisas.

Com base nessas informações podemos dizer que é importante que um programa de treinamento seja realizado de forma individualizada e deve ter relação com as necessidades e os objetivos de cada indivíduo (FLECK; KRAEMER, 2006). Pois, uma montagem de um programa de treino e seleção inadequada de exercícios pode levar o indivíduo a não alcançar seus objetivos e também a uma possível lesão.

Pensando na prescrição adequada de treinamento, Fleck e Kraemer (2006) citam que as análises das regiões mais suscetíveis à lesão devem ser consideradas na hora da prescrição do treinamento. Alguns investigadores sugerem, por exemplo, que níveis insuficientes de força, principalmente dos isquiotibiais, podem estar associados a um risco acrescido de lesão dos tecidos moles (Iga J *et al.*, 2008; Greig M., 2008).

Os flexores de joelho têm um papel importante na estabilização da articulação do joelho, pois a contração destes músculos nos momentos de contração dos extensores na extensão do joelho, juntamente com o Ligamento Cruzado Anterior (LCA) podem contrabalancear a força de cisalhamento gerada da tíbia em relação ao fêmur neste movimento (DRAGANICH; VAHEY, 1990). Estes músculos são muito solicitados no toque do pé com o solo e no salto. Nestes momentos há uma co-ativação dos flexores e extensores que podem proteger a articulação do joelho de possíveis lesões. Nessa perspectiva, More *et al.* (1993) em seu estudo mostraram que o estresse no LCA é menor quando há co-contração dos músculos flexores na extensão do joelho. Sendo então, de extrema importância a ação dos flexores no auxílio da estabilização do joelho na prevenção e lesões.

Por estas razões, a avaliação e o controle da força muscular são importantes na monitorização dos efeitos dos programas de treinamento, bem como na prevenção de lesões (CROSIER, JL *et al.*, 2008).

A avaliação da força muscular especificamente realizada em dinamômetro isocinético vem sendo utilizada no diagnóstico de disfunções neuromusculares, na reabilitação, no treino e na investigação, como indicador da função e desempenho de certos grupos musculares, sendo sua medição feita a partir do pico de torque (PT) (Dvir Z., 2002). Os principais desequilíbrios avaliados são aqueles de PT entre

o membro dominante e não dominante (déficit bilateral) e dos músculos antagonistas em relação aos agonistas (Carvalho P e Cabri J., 2007; Magalhães J et al., 2001; Brown Lee., 2000). Também há uma forma mais acessível de se avaliar a força muscular, trata-se do teste de uma repetição máxima (1-RM) que refere-se a carga máxima levantada uma única vez e de forma correta, durante a realização de um exercício padronizado de levantamento de peso (McArdle W, Katch F, Katch V., 1996; Queiroga MR., 2005).

Ainda que a seleção de exercícios seja bastante reportada na literatura, há uma grande lacuna no que diz respeito a adaptações decorrentes do exercício multiarticular *versus* monoarticular e seus efeitos no equilíbrio articular. Este estudo pretendeu avaliar não só o exercício multi *versus* mono, como os outros estudos, mas também como essa variável se relaciona nas razões convencional e funcional. Além disso, foram escolhidos exercícios usualmente incorporados à rotina de treinamento. Desta forma, o trabalho tem como objetivo expandir os conhecimentos acerca do comportamento das razões articulares (convencional e funcional) e como elas se comportam nas diferentes condições de treinamento multi *versus* mono e observar se há alterações nos ganhos de força ou hipertrofia dos músculos extensores e flexores do joelho.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar e comparar os efeitos do treinamento de força após 12 semanas de treinamento de força de membros inferiores executados com exercícios monoarticulares versus multiarticulares nas razões convencional ( $I/Q_{con}$ ) e funcional ( $I/Q_{func}$ ) de joelhos.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e comparar os efeitos do treinamento de força executado com exercícios monoarticulares versus multiarticulares na razão convencional ( $I/Q_{con}$ ) a partir do Pico de Torque concêntrico e isométrico de flexores e extensores de joelho decorrente do treino em que foram utilizados exercícios monoarticulares (flexão e extensão de joelhos) e multiarticular (Leg Press).
- Avaliar e comparar os efeitos do treinamento de força executado com exercícios monoarticulares versus multiarticulares na razão funcional ( $I/Q_{func}$ ) a partir do Pico de Torque excêntrico de flexores de joelho e concêntrico de extensores de joelho, decorrente do treino em que serão utilizados exercícios monoarticulares (flexão e extensão de joelhos) e multiarticular (Leg Press).
- Avaliar e comparar os efeitos do treinamento de força executado com exercícios monoarticulares versus multiarticulares na espessura muscular nos músculos reto femoral, vasto intermédio e bíceps femoral de homens jovens destreinados submetidos a um programa de treinamento de força composto por exercícios multiarticulares versus monoarticulares.
- Avaliar e comparar os efeitos do treinamento de força executado com exercícios monoarticulares versus multiarticulares na razão convencional ( $I/Q_{con}$ ) a partir dos valores de 1RM de flexão de joelho e extensão de joelhos.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 ANATOMIA MUSCULAR**

#### **2.1.1 RETO FEMORAL**

O músculo reto femoral é o único musculo do quadríceps que tem uma função bi articular. É um musculo bi-penado. Com origem na espinha íliaca anteriosuperior e inserção na tuberosidade da tibia. É formado prioritariamente por fibras do tipo II, que são mais sucessíveis a fadiga. (JOHNSON *et al*, 1978)

#### **2.1.2 VASTO INTERMÉDIO**

É um músculo profundo que compõe o quadríceps femural e é um motor primário da extensão de joelho. É formado por os dois tipos de fribras.

#### **2.1.3 BICEPS FEMURAL**

Está localizado na região posterior da coxa e é dividido em bíceps femural cabeça longa e bíceps femural cabeça curta. É um grupo muscular que em conjunto com o semitendineo e o semimebranaceo fazem a estabilidade do joelho. O bíceps femural tem origem na face medial da tuberosidade isquiática e inserção no côndilo lateral da tibia. (CARPES *et al*. 2001). As fibras predominantes são do tipo II. Tem uma estrutura fusiforme.

### **2.2 EXERCÍCIO MULTIARTICULAR**

#### **2.2.1 LEG PRESS**

O Leg press é uma exercício multiarticular considerado por treinadores muito importante para o desenvolvimento da coxa, principalmente para o quadríceps. Estudos demonstram que a atividade eletromiográfica no vasto lateral e medial é de 30 a 90% maior do que a do reto femural.

### **2.3 EXERCÍCIOS MONOARTICULARES**

#### **2.3.1 MESA FLEXORA**

O flexor de joelho é um exercício monoarticular, importante para estabilidade do joelho e por isso pode ser considerado um motor primário. O exercício realizado em decúbito ventral, apresenta o melhor desenho biomecânico para fortalecimento dos isquiotibiais. (SCHAEFER E RIES, 2010).

#### **2.3.2 MESA EXTENSORA**

Esse exercício é utilizado para treinar a musculatura do quadríceps femoral. Escamilla *et al* (1998), verificaram a atividade do músculo quadríceps, e tiveram como resposta uma maior ativação do reto femural nos últimos graus de movimento.

## 2.1 ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES AO TREINAMENTO DE FORÇA

O treinamento de força é uma das mais populares formas de treinamento, pois é um método efetivo para melhorar a aptidão física, sobretudo através de aumentos na força e na massa muscular (BAECHLE e EARLE, 2008). As melhoras na força muscular decorrentes ao treinamento de força estão ligadas, principalmente, a adaptações neurais e morfológicas

O movimento humano é uma ação voluntária e controlada pelo sistema nervoso somático, que envia um sinal elétrico para o cérebro e desencadeia uma contração muscular que percorre todo sistema central e periférico até o músculo. (CHANDLER, T. JEFF, 2009).

As adaptações neurais estão ligadas ao sistema nervoso central e acontecem nas fases iniciais do treinamento, e compreendem o aumento da capacidade de recrutamento de unidades motoras - melhor sincronia e maior taxa de disparo de unidades motoras - redução da coativação da musculatura antagonista, inibição de mecanismos reflexos protetores e melhoria na coordenação intermuscular e intramuscular durante a execução do exercício (AAGAARD 2003; GABRIEL et al. 2006). Estas adaptações permitem um incremento rápido na sobrecarga movimentada no decorrer do treinamento, principalmente entre as primeiras 10-12 semanas de treinamento (SALE, 1988). Com isso os ganhos de força estão sendo associados as adaptações neurais e atribuídos à aprendizagem do recrutamento dessas unidades. Assim, após esse período as adaptações morfológicas contribuiriam mais para os incrementos subsequentes de força (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). No entanto, estudos recentes têm demonstrado que as adaptações morfológicas podem ocorrer em períodos tão recentes quanto entre a 3-4 semanas (SEYNNES, de BOER e NARICI, 2007) após o início de uma rotina de treinamento. As adaptações morfológicas incluem, principalmente, aumento da área de secção transversa das miofibrilas resultante do acréscimo de proteínas miofibrilares (BADILLO e AYESTARÁN, 2001). Outras adaptações comuns que ocorrem são as alterações na arquitetura muscular, como aumento do ângulo de penação (FOLLAND e WILLIAMS, 2007).

No treinamento de força existem algumas variáveis que interferem diretamente nas adaptações neurais e morfológicas. As principais variáveis são: intensidade, volume, intervalo, ordem e seleção dos exercícios (KRAEMER e RATAMESS, 2004).



A intensidade tem relação com a sobrecarga proposta. O volume refere-se à quantidade de séries e repetições, número de sessões e à carga utilizada, podendo ser expressa de forma numérica pela multiplicação do número de séries, repetições e carga. Intervalo refere-se ao intervalo entre as séries e as sessões de treino. A ordem tem relação aos exercícios que devem ser seguidos na rotina de treino. E por fim, seleção de exercícios que se refere aos tipos de exercícios, os quais podem ser multiarticulares e monoarticulares. Os exercícios multiarticulares caracterizam-se por serem exercícios que envolvam mais de um grupo muscular simultaneamente. Enquanto exercícios monoarticulares, envolvem apenas um grupo muscular. Devido às características individuais, diversos pesquisadores se propuseram avaliar o impacto que cada tipo de exercício tem em determinado grupo muscular.

## **2.2 ATIVAÇÃO MUSCULAR E EFEITO AGUDO DE EXERCÍCIOS MULTIARTICULARES VERSUS MONOARTICULARES**

Os primeiros estudos envolvendo a realização de exercícios multiarticulares e monoarticulares utilizaram a eletromiografia de superfície (EMG) e a ressonância magnética (REM), além de relações matemáticas biomecânicas, para avaliar a contribuição de diferentes músculos durante esses dois tipos de exercícios. Lutz et al. (1993), demonstraram que a execução de um exercício multiarticular de extensão de joelho era preferível do que um exercício monoarticular, pois as forças de cisalhamento na articulação tibiofemoral eram reduzidas nesta condição, o que diminuía o estresse sobre o ligamento cruzado anterior. Os autores concluíram que, em programas de reabilitação após reconstrução do ligamento cruzado anterior, o exercício multiarticular deveria ser utilizado em detrimento do exercício monoarticular. Um dos mecanismos que mediaram a diferença observada foi a coativação dos músculos flexores do joelho.

Um estudo que comparou exercícios de multiarticulares e monoarticulares, observou o pico de torque (PT) e dor muscular tardia (DMT) na musculatura flexora de cotovelo no pré exercício, 10 minutos após, 24, 48, 72 e 96 horas depois de cada exercício. Os resultados mostram que houve uma diminuição no pico após 10 minutos em ambos os tipos de exercícios, no entanto, a diminuição foi maior após 24 horas em exercícios monoarticulares, enquanto em exercícios multiarticulares o PT

voltou aos valores da sessão inicial. A dor muscular tardia também foi maior em exercícios monoarticulares (Soares *et al.*, 2015).

### **2.3 ATIVAÇÃO MUSCULAR E EFEITO CRÔNICO DE EXERCÍCIOS MULTIARTICULARES VERSUS MONOARTICULARES**

Em condições crônicas, as melhoras partem do desempenho neuromuscular e são advindas de adaptações morfológicas, que é possível pôr a musculatura esquelética ser extremamente plástica e adaptável as demandas impostas pelo treinamento de força. Cronicamente se espera que ocorra um aumento na área de seção transversa do músculo e alteração nas características contrateis das fibras musculares (BARROSO *et al.*, 2005).

Em um estudo realizado por Gentil *et al.* (2013) com homens destreinados, comparou os ganhos de força e hipertrofia muscular de flexores de cotovelo entre um grupo que treinou apenas com exercícios multiarticulares e comparou com um grupo que treinou com exercícios multiarticulares+monoarticulares. Não houve diferença significativa entre os grupos, o que indica que apenas exercícios multiarticulares são suficientes para desencadear adaptações neuromusculares em homens destreinados. Em outro estudo de Gentil *et al.* (2015) comparou os efeitos do exercício multiarticular *versus* monoarticular nos flexores de cotovelo em homens destreinados e não encontrou diferença significativa entres os grupos no pico de torque, avaliado por dinamômetro isocinético, e na espessura muscular, avaliado por ultrassom.

### **2.4 COMPARAÇÃO DE EXERCÍCIOS MULTIARTICULARES VERSUS MONOARTICULARES**

Não há um consenso na literatura sobre o ganho de força e espessura muscular em diferentes tipos de exercícios, já que alguns estudos demonstram que não a diferença significativa entre multi e mono, e que por questões como tempo, é preferível que se utilize apenas exercícios multiarticulares. Signorile *et al* (1994) não encontraram diferença de ativação entre os músculos vasto lateral e medial no exercício agachamento, porém quando comparado o agachamento com o extensor de joelho, a ativação de vasto lateral e vasto medial foi bem maior, porém não foi avaliado

a ativação do reto femoral. Escamilla *et al* (1998) demonstraram a ativação do reto femoral, vasto lateral e vasto medial, separadamente ao realizar exercícios de agachamento comparado com extensor de joelho e demonstrou que o exercício monoarticular parece ser mais eficaz para o músculo reto femoral, enquanto os vastos lateral e medial foram mais ativados no agachamento. Pensando nesta lógica um exercício monoarticular seria responsável pela ativação de músculos que não foram tão ativados durante a realização do multi.

Outros estudos que compararam o efeito em ambas condições nos isquiotibiais demonstraram que para desenvolver a força deste músculo o ideal é que se realize o exercício de forma monoarticular, pois quando comparado o agachamento com a mesa flexora e o stiff, observou-se que o agachamento produzia metade da força do que os exercícios na condição monoarticular (Wright *et al*, 1999).

Um dos motivos que explica a maior ativação nesse grupo muscular em exercícios monoarticulares, onde o bíceps femoral se encontra como motor primário, está argumentado por Yamishita (1988), que sugere que a ativação entre agonista e antagonistas simultaneamente vista em exercícios multiarticulares, pode gerar uma inibição dos músculos que não são motores primários.

## 2.5 RAZÕES MUSCULARES E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE FORÇA MÁXIMA

Por muitos anos, os desequilíbrios musculares relacionados ao joelho vêm sendo avaliados a partir da razão convencional (PT concêntrico dos flexores/PT concêntrico dos extensores) com valores normativos entre 0,5 e 0,7 são considerados dentro da normalidade (DVIR Z., 2002), porém o uso somente dessa razão, como indicadora de desequilíbrios apresenta limitações, pois a contração concêntrica dos ísquiotibiais simultânea à contração concêntrica do quadríceps é uma situação que não ocorre durante a execução de movimentos funcionais.

Como os flexores de joelho se contraem de forma excêntrica para controlar a ação dos extensores de joelho, há também a razão funcional, que é a razão do torque máximo excêntrico dos flexores de joelho pelo torque máximo concêntrico dos seus extensores (AAGAARD *et al.*, 1995, 1998; DVIR *et al.*, 1989).

Uma das formas de avaliar essas razões articulares pode ser a partir do teste realizado em um equipamento chamado dinamômetro isocinético. A dinamometria isocinética, padrão ouro para avaliação de força muscular, fornece valores fidedignos sobre o torque gerado e subsequentemente a razão de força entre flexores e extensores (Siqueira CM, et al, 2002) vem sendo utilizada no diagnóstico de disfunções neuromusculares, na reabilitação, no treino, e na investigação, como indicador da função e desempenho de certos grupos musculares, sendo a sua medição feita a partir do pico de torque (PT) (DVIR, 2002). Porém, trata-se de um método pouco acessível e de alto custo para a grande maioria dos pesquisadores e profissionais das áreas do exercício físico (Terrerri AS et al., 2001).

## 2.6 RAZÕES MUSCULARES RUPTURA DE LCA

Nos últimos 15 anos houve um enorme crescimento no número de trabalhos publicados com enfoque em anatomia, biomecânica, cirurgia de reconstrução, e técnicas de reabilitação do LCA. O avanço das pesquisas neste campo da ortopedia diminuiu consideravelmente o tempo de retorno ao esporte de atletas submetidos à reconstrução deste Ligamento, (BOLLEN, 2000).

O ligamento cruzado anterior é um restritor passivo primário da translação da tibia sobre o fêmur. Butler et al. (1980), demonstraram que 85% dessa restrição é dada pelo LCA. A teoria de que os isquiotibiais podem proteger o LCA surgiu após estudos de Gruber et al. 1986 que descreveram o arco reflexo do LCA. O arco reflexo do LCA é caracterizado por um aumento da atividade eletromiográfica dos músculos bíceps femoral e semitendinosus quando o LCA é estimulado eletricamente ocorre por deformação mecânica.

A ruptura de LCA é uma lesão comum e acontece principalmente em esportes e situações que exigem uma mudança súbita de direção. (Segundo Garrick e Requa colocar o ano, homens tem se observado que homens são muito mais suscetíveis a lesões de LCA do que mulheres, isso pode ser explicado pela maior presença de homens em esporte que precisam de uma mudança de direção.

Visto que os flexores de joelho são os responsáveis por manter o equilíbrio articular e evitar o movimento de translação da tibia sobre o fêmur, pode-se afirmar que quando o indivíduo é submetido a uma demanda física alta, levando à musculatura a fadiga muscular, o risco de lesão é ainda maior. A fadiga é a falha na manu-

tenção de força ou potência requerida ou esperada (SANGNIER; TOURNY-CHOLLET, 2007).

Estudos demonstram que a constituição das fibras dos isquiotibiais é de fibras rápidas, com isso mais suscetível a fadiga muscular, quando comparado ao quadríceps (SANGNIER; TOURNY-CHOLLET, 2007).

Ainda outros estudos observaram que durante o teste isocinético em fadiga, a resistência à fadiga diverge em relação aos músculos, sendo que no quadríceps femoral a fadiga é menor do que nos isquiotibiais. Sendo assim, os isquiotibiais tem o pico do torque reduzido, quando comparado ao quadríceps femoral. (SANGNIER; TOURNY-CHOLLET, 2007). Devido a essa diferença no pico do torque em condições de fadiga, pode-se dizer que ocorre um desequilíbrio muscular durante atividades que necessitam da ativação dos músculos flexores de joelho.

Com base nas lacunas que a literatura possui e nos poucos estudos referentes ao treinamento de exercícios multiarticulares *versus*, entende-se que novos estudos devem ser realizados para que enriqueça e resulte numa melhora da prescrição de treinamento.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O treinamento de força de membros inferiores com exercícios monoarticulares (Flexão e Extensão de joelhos) e exercício multiarticular (Legpress) altera as razões convencional (I/Qcon) e funcional (I/Qfunc) de joelhos?

### 4.2 AMOSTRA

A amostra foi voluntária, composta por 14 homens saudáveis com idades entre 18 e 30 anos, sendo 5 do grupo multi e 8 do grupo mono, sem experiência com treinamento de força ou que não estivessem praticando, há no mínimo, 3 meses. Os sujeitos foram recrutados pelo convite do pesquisador. Todos os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para a participação deste estudo.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os critérios de exclusão da pesquisa eram o indivíduo concluir os protocolos de avaliação e de treinamento e não se ausentarem por mais de dois dias consecutivos e não excederem o limite de quatro faltas durante o treinamento.

	MÉDIA	DP
Idade (anos)	23,07	2,66
Estatura(m)	1,78	0,07
Massa Corporal	80,2	13,16
IMC	16,5	5,57

**Tabela 1.** Valores absolutos dos dados antropométricos (média  $\pm$  desvio padrão).

### **4.3 DELINEAMENTO DO ESTUDO E DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS**

O presente estudo foi do tipo quase experimental e teve o objetivo de comparar as alterações de força e massa muscular, bem como razões funcional e convencional decorrentes de um treinamento de força composto por exercícios multiarticulares versus monoarticulares.

#### **4.3.1 VARIÁVEIS INDEPENDENTES**

- Condição de treino multiarticular (multi)
- Condição de treino monoarticular (mono)

#### **4.3.2 VARIÁVEIS DEPENDENTES**

- Contração isométrica voluntária máxima de flexores de joelho (CIVMf)
- Contração isométrica voluntária máxima de extensores de joelho (CIVMe)
- Contração voluntária máxima a 60 °/s de extensores de joelho (CVM60f)
- Contração voluntária máxima a 60°/s de flexores de joelho (CVM60f)
- Contração voluntária máxima a 60 °/s de flexores de joelho em excêntrica (CVM60f)
- Espessura muscular dos flexores de joelho (EMf)
- Espessura muscular dos extensores de joelho (EMe)
- Teste de 1 RM

- Razão convencional e funcional

#### **4.4 INSTRUMENTOS**

- Aparelhos de musculação: Leg Press: Konnen Gym (Porto Alegre, RS, Brasil);
- Máquina de Extensão de joelho Konnen Gym (Porto Alegre, RS, Brasil);
- Máquina de Flexão de joelho Konnen Gym (Porto Alegre, RS, Brasil);
- Dinamômetro isocinético: Cybex Norm (Ronkokoma, NY);
- Ultrassom: Toshiba (São Paulo, SP, Brasil);
- Balança e estadiômetro;

#### **4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

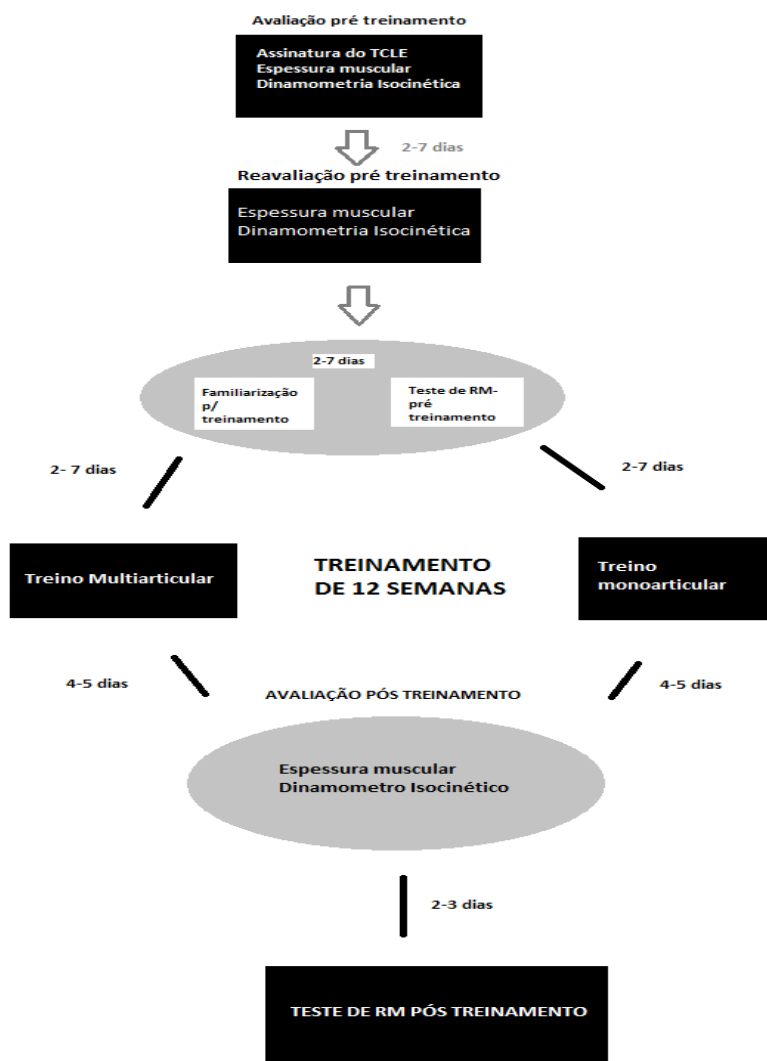
O treinamento foi realizado de forma unilateral para exercícios monoarticulares e bilateral para exercícios multiarticulares. Houve randomização para determinar o tipo de treinamento (multiarticular ou monoarticular) que foi realizado em cada grupo. As variáveis dependentes desse estudo foram avaliadas antes e após o programa de treinamento, que consistiu em 12 semanas.

#### **4.6 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO**

Os sujeitos que participaram do estudo tiveram que dirigir-se ao Campus Olímpico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As avaliações ocorreram no setor Neuromuscular (ultrassonografia, dinamometria e antropometria) e no Centro de Treinamento de Força (familiarização com os exercícios e avaliação de RMs). Os treinos foram realizados no Centro de Treinamento de Força.



Foram realizadas cinco avaliações no total, sendo três antes e duas após o período de treinamento. Além disso, antes de iniciar os testes de 1 RM foi realizada uma sessão de familiarização com os exercícios que compõem o treinamento de força.



**Figura 1-** Desenho Experimental.

Especificamente, os seguintes protocolos foram seguidos:

1º dia: Os objetivos do projeto foram apresentados aos sujeitos, assim como os procedimentos de avaliação. Concordando, o sujeito assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Além da assinatura do termo, os sujeitos responderam um questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q) com objetivo de verificar se estarão aptos para a prática de atividade física.

2º dia: A primeira avaliação dos sujeitos ocorreu no Setor Neuromuscular. Foi avaliada a força através do dinamômetro isocinético, a espessura muscular por meio de ultrassonografia e os dados antropométricos. Ainda, foi realizada a randomização do grupo (multiarticular ou monoarticular) que correspondeu ao tipo de exercício que foi realizado durante o treinamento.

3º dia: Com, no mínimo, 48h após a primeira avaliação, os sujeitos retornaram ao Laboratório para reavaliação de força, espessura muscular das pernas, seguindo os mesmos critérios da avaliação anterior.

4º dia: Os sujeitos se encaminharam ao Centro de Treinamento de Força para a sessão de familiarização com os exercícios que fizeram parte da rotina de treinamento.

5º dia: Com, no mínimo, 48h de intervalo após a sessão de familiarização, os sujeitos realizaram o teste de RMs, no Centro de Treinamento de Força, para cada exercício que compôs o programa de treinamento.

6º dia: Com, no mínimo, 48h de intervalo após o teste de RMs, os sujeitos iniciaram o programa de treinamento de força no Centro de Treinamento de Força com frequência de duas vezes por semana por um período de três meses.

7º dia: Ao final das 12 semanas de treinamento e com, no mínimo, 96h de intervalo após a última sessão de treino, os sujeitos fizeram a avaliação final de força (no dinamômetro isocinético), de massa muscular (através de ultrassonografia) no Setor Neuromuscular.

8º dia: Com, no mínimo, 48h de intervalo após a avaliação no Setor Neuromuscular, os sujeitos retornaram ao Centro de Treinamento de Força para realização do teste de RMs.

#### **4.6.1 EXERCÍCIOS MULTIARTICULARES**

O exercício multiarticular utilizado foi o “Leg Press 45º” (figura 2), realizado de forma bilateral. A posição inicial do exercício foi deitada em 45º graus com os joelhos a 90º. A primeira fase do movimento consistiu na contração concêntrica simultânea dos músculos extensores e flexores de joelho até a amplitude completa do movimento. A segunda fase consistiu na realização de uma contração excêntrica das mesmas musculaturas até o retorno à posição inicial.

**Figura 2-** Representação o exercício multiarticular que foi utilizado. A: posição inicial do exercício leg press; B: posição final do exercício leg press.

A



B



Fonte imagens: Arquivo pessoal

#### 4.6.2 EXERCÍCIOS MONOARTICULARES

Os exercícios utilizados foram o “extensor de joelhos” e o “flexor de joelhos” (figura 3). Ambos os exercícios foram realizados de forma unilateral. No “extensor de joelhos”, a posição inicial é sentado, com o joelho fletido a  $90^{\circ}$ . A primeira fase consistiu na realização de uma contração concêntrica dos músculos extensores do joelho em amplitude máxima. A segunda fase consistiu na realização de uma contração excêntrica do mesmo grupo muscular até a posição inicial. No “flexor de joelho”, a posição inicial foi em decúbito ventral com a articulação do joelho em completa extensão. A primeira fase consistiu na realização de uma contração concêntrica dos músculos flexores de joelho a uma amplitude de aproximadamente  $90^{\circ}$ . A segunda

fase consistiu na realização de uma contração excêntrica do mesmo grupo muscular até a posição inicial. O feedback verbal foi fornecido para garantir que os sujeitos seguissem as instruções e executem os exercícios da maneira descrita.

**Figura 3.** Representação dos dois exercícios monoarticulares que foram utilizados. A e B: posição inicial e final do exercício extensor de joelho; C: posição inicial do exercício flexor de joelho; D: posição final do exercício flexor de joelho.

A



B



C



D



Fonte imagens: Arquivo pessoal

### **4.6.3 PROGRAMA DE TREINAMENTO**

O programa de treinamento foi desenvolvido durante um período de 12 semanas com 2 sessões semanais. A periodização foi realizada da seguinte forma: semanas 1 a 3: 2 X 15-18 RM (repetições máximas); semanas 4 a 6: 2 X 12-15 RM; semanas 7 a 9: 3 X 10-12 RM; e semanas 10 a 12: 4 X 6-8 RM. O tempo de execução dos exercícios foi de um segundo para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica, conforme familiarização com o protocolo de exercício. Três a cinco minutos de intervalo foram respeitados entre as séries.

### **4.6.4 FAMILIARIZAÇÃO**

A familiarização com os exercícios que fizeram parte da rotina de treinamento ocorreu após a realização das duas avaliações pré-treinamento do Setor Neuromuscular. Os sujeitos se encaminharam até o Centro de Treinamento de Força para aprendizado dos movimentos nos três exercícios que fizeram parte do treino, bem como do tempo de execução dos mesmos, da amplitude que deveria ser utilizada e das demais informações acerca da rotina de treinamento propriamente dita. Para controle do tempo de execução do movimento foi utilizado um metrônomo eletrônico para garantir a cadência de um segundo para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica.

Os sujeitos foram familiarizados para realizarem os exercícios com uma cadência de 1:2 (um segundo para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica). Foi utilizado um metrônomo durante todas as repetições na sessão de familiarização, até que os sujeitos se habituarem à cadência determinada. Durante os

treinamentos, o metrônomo não foi utilizado continuamente, porém, a execução esteve sendo observada por um profissional capacitado, e, se o exercício estivesse sendo desempenhado fora do padrão, o metrônomo foi utilizado para reajuste.

Para a extensão de joelho foi delimitada a amplitude máxima (100-110°) e para a flexão de joelho a amplitude foi máxima (90-100°). No exercício “leg press” os sujeitos foram orientados a realizar o movimento até a extensão máxima de joelho, partindo de uma posição em 90°. Não houve um equipamento para delimitar exatamente esta amplitude; no entanto, os sujeitos estavam sempre sendo acompanhados por um profissional capacitado para a correção de eventuais falhas de execução.

#### **4.6.5 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO**

Primeiramente os sujeitos foram randomizados para determinar qual exercício realizariam, o treino multiarticular ou monoarticular. Então, a estatura e a massa corporal foram avaliadas. Posteriormente, as medidas de ultrassonografia foram obtidas dos extensores de joelho (reto femoral e vasto intermédio) e dos flexores de joelho (bíceps femoral). Um mapa de avaliação com a utilização de folhas transparentes foi realizado para garantir o mesmo local de avaliação nos períodos pré e pós-treino. Por fim, os sujeitos realizaram os testes de força no dinamômetro, que consistiu de dois testes dinâmicos (concêntrica e excêntrica) de flexores e extensores de joelho (a 60 °/s) e de um teste isométrico (60° de extensão de joelho e 60° de flexão de joelho) para cada grupo muscular. Todos os testes foram conduzidos no membro direito. Em outra sessão, a familiarização e a avaliação de repetições máximas (RM) foram realizadas.

#### **4.6.6 TESTE DE REPETIÇÕES MÁXIMAS (RMS)**

Foi realizado um teste de 1 RM para os exercícios “leg press”, “extensor de joelho” e “flexor de joelho”. O teste de 1RM serviu como parâmetro neuromuscular para avaliação da razão convencional. Para prescrição de carga de trabalho para o

programa de treinamento foi determinada a partir de teste de repetições máximas (RMs) equivalente a 15-18 RMs (referente as primeiras semanas de treinamento) para os exercícios “leg press”, “extensor de joelho” e “flexão de joelho”. Os testes foram realizados de forma unilateral com o membro (direito ou esquerdo) correspondente aos exercícios monoarticulares e bilateral correspondente ao exercício multiaarticular, previamente determinado por randomização. Em todos os exercícios, a maior carga que o indivíduo conseguiu realizar 15 a 18 RMs na amplitude e cadência determinadas, foi o valor estabelecido como carga inicial do treino. Os exercícios foram realizados respeitando as mesmas amplitudes e a mesma cadência descritas anteriormente. Foi utilizado o critério de tentativa e erro para determinação da primeira carga teste em cada um dos exercícios. Após as 12 semanas de treinamento, os sujeitos realizaram um teste de 1RM. Então, foi feita a comparação entre os valores pré e pós-treinamento.

#### **4.10.7 DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA**

Os sujeitos foram posicionados sentados, como descritos previamente na literatura (GENTIL et al. 2013). O banco, assim como, o dinamômetro foi ajustado para alinhar o eixo de rotação do joelho dos sujeitos ao eixo de rotação do dinamômetro. Após o ajuste do tamanho do braço de alavanca do dinamômetro, os sujeitos realizaram um aquecimento que consiste de duas séries de 10 repetições a 90°/s. O primeiro teste foi o isométrico (CIVM). Os sujeitos foram instruídos a realizar “o máximo de força, o mais rápido possível”, sustentando sua força máxima por 5 s. Duas tentativas foram executadas para cada grupo muscular. Antes da primeira tentativa para cada grupo muscular, um pré-teste foi realizado. O segundo teste consistiu em cinco repetições máximas de flexão e extensão de joelho a 60°/s (CVM60). O terceiro teste consistiu de cinco repetições máximas de extensão de joelho e flexão de joelho de forma concêntrica (CVM60°). O quarto teste consistiu em cinco repetições máximas de flexores de joelho de forma excêntrica (CVM60°). Antes de cada teste dinâmico, os sujeitos realizaram um pré-teste, que simula a condição de teste, exceto com relação à força imposta pelo sujeito, que foi submáxima no pré-teste e máxima no teste. Um intervalo de 90 s foi respeitado entre cada teste e um intervalo de 30 s foi respeitado após o pré-teste. O mesmo intervalo dos testes dinâmicos foram utili-

zado nos testes isométricos. Os picos de torque da CVM60 e da CIVM foram utilizados para as análises.

#### **4.6.8 ULTRASSONOGRAFIA E MAPA DE AVALIAÇÃO**

Uma folha transparente foi utilizada por sujeito para mapear os pontos de avaliação a fim de reproduzir fielmente a avaliação pós-treinamento em comparação à pré-treinamento na ultrassonografia. Esta estratégia tem sido utilizada na literatura para assegurar um mesmo posicionamento do transdutor entre avaliações em dias diferentes (RADAELLI et al. 2014). Brevemente, uma folha foi posicionada no perímetro da perna direita do sujeito. Uma vez posicionada, os pontos foram marcados na folha, assim como um ponto de referência (sinais de pele, pintas, marcas de vacina, cicatrizes).



## 5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

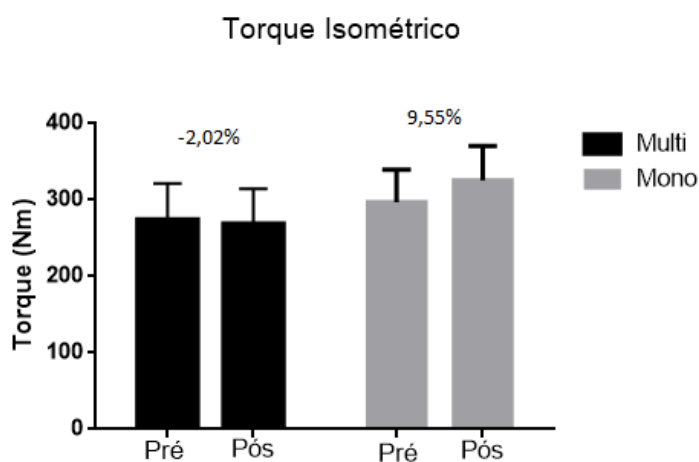
Os dados serão apresentados de forma descritiva através da média  $\pm$  desvio padrão e variação de percentual da média. Foram coletados as médias de 14 sujeitos.

## 6 RESULTADOS

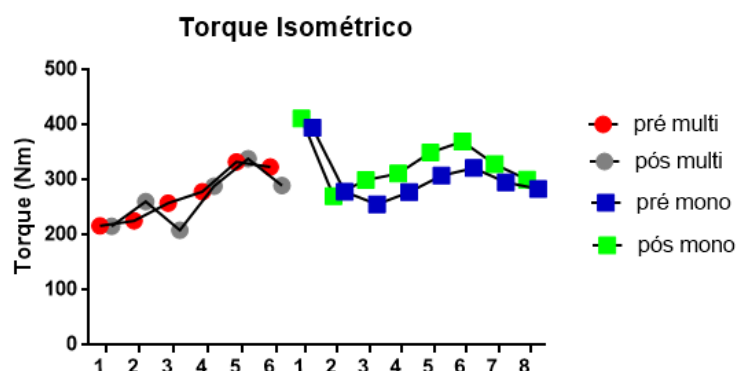
Os resultados foram feitos de forma descritiva, pois o N amostral não está completo. Sendo assim, as variáveis avaliadas são apresentadas através de valores absolutos de média, desvio padrão e variação do percentual da média.

### 6.1 TORQUE ISOMÉTRICO

Os resultados relativos ao torque isométrico pré e pós treinamento estão representados na figura 4. No grupo que realizou exercício de forma multiarticular houve uma diminuição na média com uma variação de percentual de -2.02%, enquanto o grupo que realizou o exercício de forma monoarticular houve um aumento na média e na variação de percentual de 9,55%. Os resultados relativos ao comportamento individual da amostra estão representados no gráfico 5 representando os grupos multi e mono, onde apenas os sujeitos 3 e 6 que realizaram o treinamento multiarticular tiveram uma resposta negativa ao protocolo, fazendo com que a média final do grupo fosse diminuída.



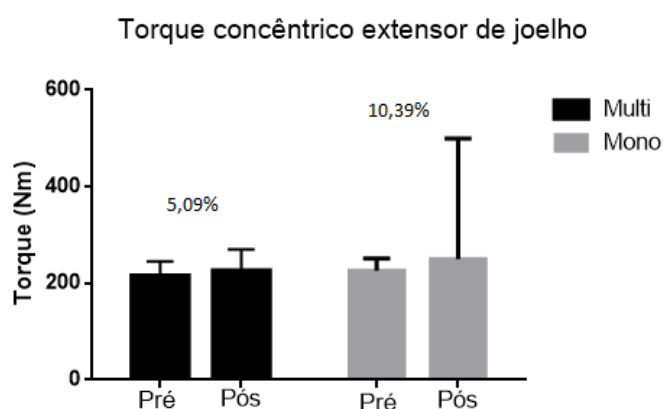
**Figura 4.** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão e variação de percentual da média) de torque isométrico dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.



**Figura 5.** Alterações absolutas (média) do torque isométrico dos extensores de joelho para a condição multiarticular e monoarticular, de forma individual.

### 6.1.2 TORQUE CONCÊNTRICO DOS EXTENSORES DE JOELHO

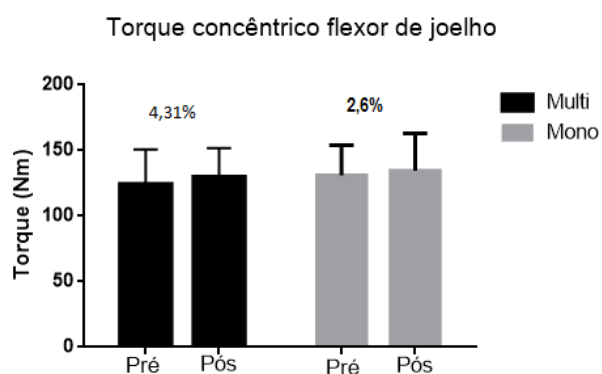
Os resultados relativos ao torque concêntrico dos extensores de joelho pré e pós treinamento estão representados na figura 6. Em ambos os grupos houve um aumento da média, porém houve um aumento exacerbado do desvio padrão na condição monoarticular no pós treinamento, levando a grupo monoarticular a ter o dobro de ganho no torque concêntrico dos extensores de joelho.



**Figura 6-** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão e variância de percentual da média) de torque concêntrico dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.

### 6.1.3 TORQUE CONCÊNTRICO DOS FLEXORES DE JOELHO

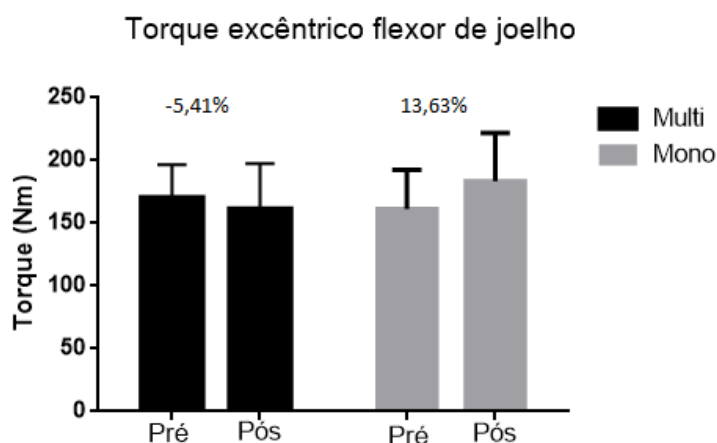
Os resultados relativos ao torque concêntrico dos flexores de joelho pré e pós treinamento estão representados na figura 7. Em ambos os grupos houve um aumento da média no pós treinamento, porém houve uma variância percentual maior na condição multiarticular.



**Figura 7-** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão e variância de percentual da média) de torque concêntrica dos flexores de joelho para ambas condições, multi e mono.

### 6.1.4 TORQUE EXCÊNTRICO DE FLEXORES DE JOELHO

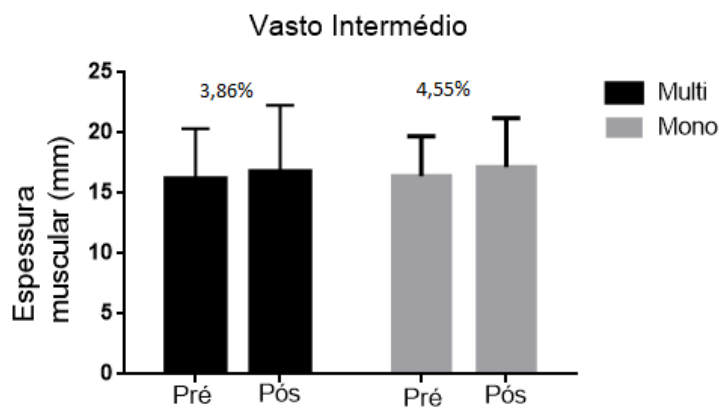
Os resultados relativos ao torque concêntrico dos flexores de joelho pré e pós treinamento estão representados na figura 8. Apenas o grupo que realizou o exercício de forma monoarticular obteve melhoras na média.



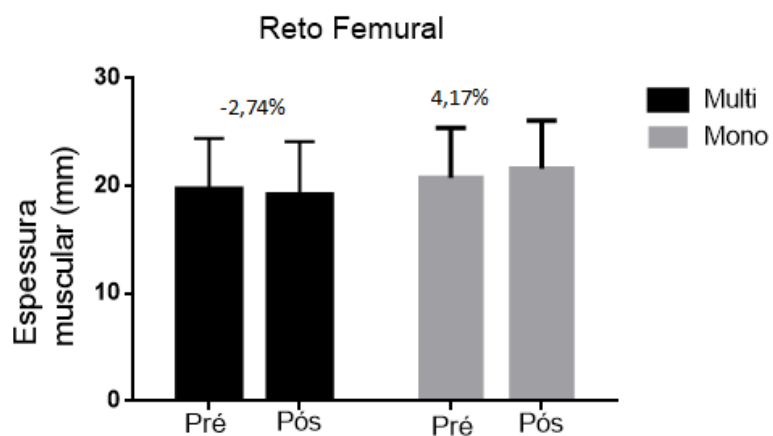
**Figura 8-** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão e variância de percentual da média) de torque excêntrica dos flexores de joelho para ambas condições, multi e mono.

## 6.2 ESPESSURA MUSCULAR

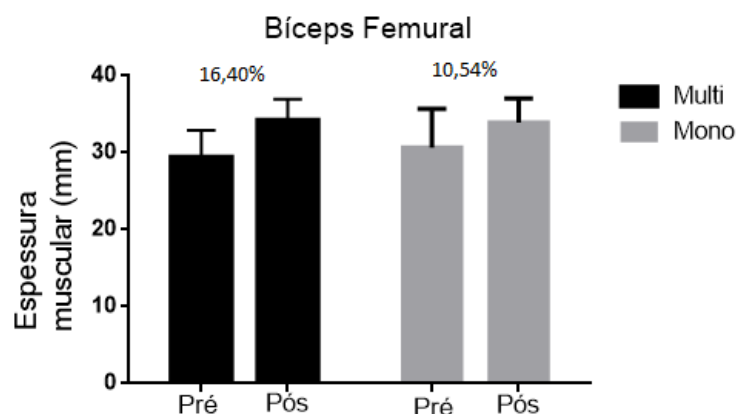
As figuras 9,10 e 11 representam o incremento relativos à espessura muscular em ambas condições. A figura 10 representa os valores absolutos (média  $\pm$  desvio padrão e a variação de percentual) do vasto intermédio no período pré e pós treinamento e os resultados demonstram que houve um aumento na média em ambas condições, multi e mono, porém o desvio padrão foi maior na condição multiarticular. A figura 10 representa os valores absolutos (média  $\pm$  desvio padrão e a variação de percentual) do reto femural e os resultados demonstram que na condição multiarticular houve uma diminuição pequena na média e na condição monoarticular houve um aumento na média. A figura 11 representa os valores absolutos ((média  $\pm$  desvio padrão e a variação de percentual) do bíceps femural e os resultados demonstram que ambas condições tiveram melhora na média no pós treinamento.



**Figura 9-** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão) e a variação de percentual da média na espessura muscular dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.



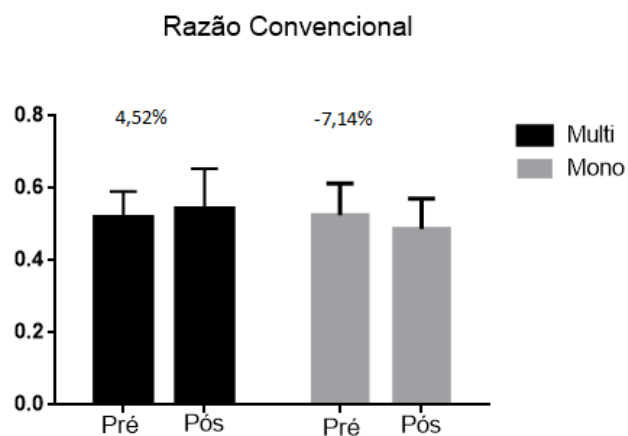
**Figura 10-** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão) e a variação de percentual da média na espessura muscular dos extensores de joelho para ambas condições, multi e mono.



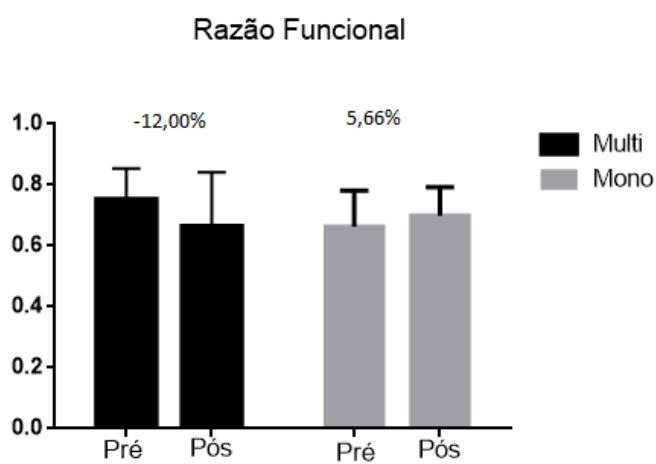
**Figura 11.** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão) e a variação de percentual da média na espessura muscular dos flexores de joelho para ambas condições, multi e mono.

### 6.3 RAZÕES CONVENCIONAL E FUNCIONAL

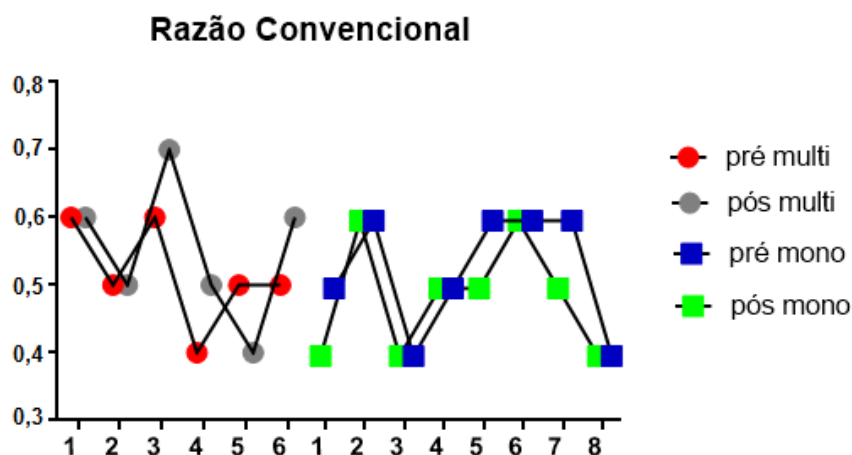
Na razão convencional houve uma diminuição da razão articular na condição monoarticular quando comparado a multiarticular, porém na razão funcional houve um aumento da razão na condição monoarticular. As figuras 12 e 13 representam as razões convencional e funcional, respectivamente. As figuras 14 e 15 representam as razões convencional e funcional na condição multiarticular e monoarticular, respectivamente, demonstrando o comportamento de cada indivíduo. Os resultados individuais demonstram que nenhuma das condições de treinamento (multi ou mono) foi suficiente para que os sujeitos atingissem o valor normativo da razão funcional (0,9-1,2).



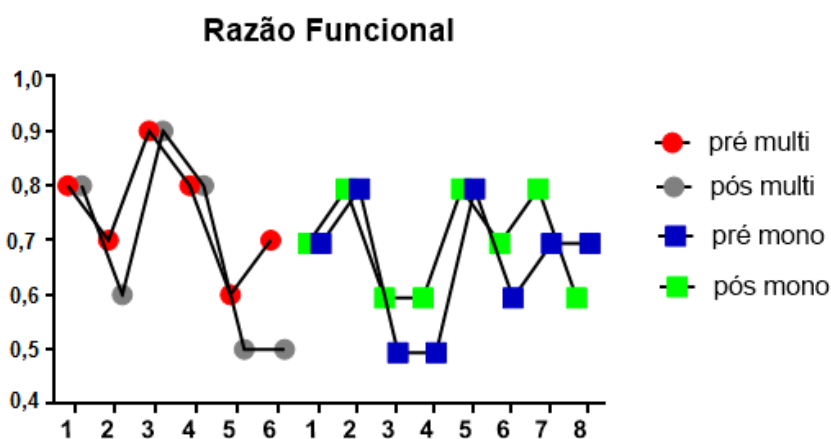
**Figura 12.** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão) e a variação de percentual da média na razão convencional de joelho para ambas condições, multi e mono.



**Figura 13-** Alterações absolutas (média  $\pm$  desvio padrão) e a variação de percentual da média da razão funcional de joelho para ambas condições, multi e mono.



**Figura 14.** Alterações absolutas na média da razão convencional na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual.

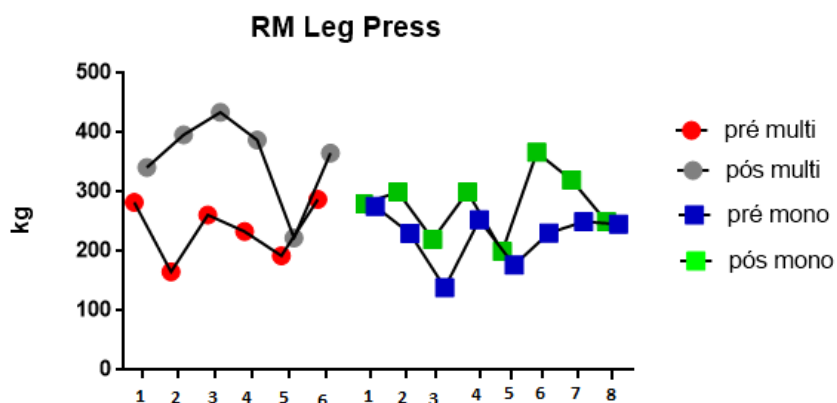


**Figura 15.** Alterações absolutas na média da razão funcional na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual.

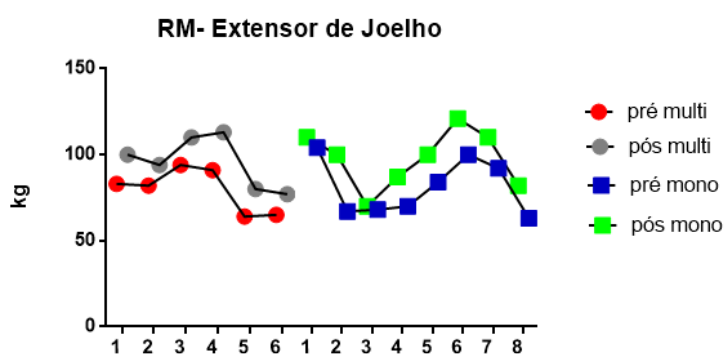
#### 6.4 TESTE DE REPETIÇÕES MÁXIMAS (RMS)

Os resultados dos testes de rm individuais estão representados nas figuras 16,17,18. A figura 16 representa o pré e o pós de ambas condições de treinamento no leg press. A figura 17 representa o pré e pós de ambas condições de treinamento do extensor de joelho e a figura 18 representa o pré e pós de ambas condições de treinamento do flexor de joelho. Em todos os exercícios houve acréscimo de carga, aumentando o rm final.

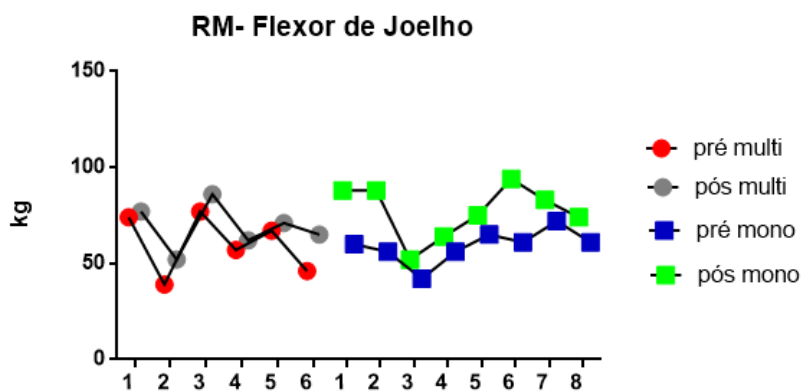




**Figura 16-** Alterações absolutas na média do rm leg press pré e pós na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual.



**Figura 17-** Alterações absolutas na média do rm de extensor de joelho pré e pós na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual.



**Figura 18.** Alterações absolutas na média do rm de flexor de joelho pré e pós na condição multiarticular e monoarticular, demonstrada de forma individual.

## 7.DISSCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que nenhum protocolo foi suficiente para melhorar a razão funcional dos indivíduos. Ainda que a literatura demonstre que não há diferença significativa em realizar exercícios de forma multiarticular ou monoarticular, o grande achado deste trabalho foi que em algumas articulações, como o joelho, é preciso um acréscimo de exercícios e pensar além do ganho de força e massa muscular, mas pensar também na saúde articular. Do ponto de vista prático, esse achado deve ser considerado relevante ao prescrever um treinamento voltado a saúde articular e o fortalecimento de musculaturas específicas como os isquiotibiais.

Gentil *et al* (2015), ao compararem o ganho de massa muscular e força não encontraram diferença entre os grupos multi e mono. O presente estudo não reproduziu este comportamento, visto que em algumas variáveis específicas como Torque concêntrico de flexor e extensor de joelho, espessura muscular de vasto intermédio e biceps femoral e nos RMs houve melhora, entretando em outras variáveis como Torque isométrico, espessura muscular de reto femoral e nas razões convencional e funcional não houve melhora. É interessante notar, entretanto, que resultados gerais como o de Torque isométrico na condição multiarticular, foram afetados por dois padrões individual, podendo levar o resultado geral para um valor menor ao encontrado na maioria dos sujeitos. Não houve diferença entre os grupos quando comparado o torque concêntrico de extensores e flexores de joelho, porém foi encontrado um valor reduzido para o torque excêntrico de flexores de joelho na condição multi e isso pode ser explicado pela posição de realização do exercício e a cadência que foi aderida ao treinamento(1:2). O exercício multi foi realizado de forma bilateral e na posição deitada com uma flexão de quadril em 45°, enquanto o exercício mono foi realizado em decúbito ventral de forma unilateral e com amplitude completa, fazendo com que a fase excêntrica da condição mono seja mais acentuada quando comparada a multi. Podemos também levar em consideração o déficit bilateral, que pode ter interferido nos resultados do presente estudo. Vandervoot *et al* (1984) analisaram a atividade elétrica da musculatura do quadríceps, durante a extensão de joelhos realizada de forma unilateral e bilateral. O estudo concluiu que há uma diferença significativa de ativação entre ambas as condições, mostrando uma ativação menor na condição bilateral. Um possível déficit bilateral, associado a variação da posição

de cada exercício, a individualidade de cada condição e a cadência de movimento, podem explicar a diminuição do torque excêntrico dos flexores.

Os dados de espessura muscular mostram que houve um aumento em todos os músculos, exceto para o reto femural na condição multi. Escamilla *et al* (1998) avaliaram a ativação dos extensores de joelho no leg press(multi) e no extensor de joelho(mono) e como resultado observaram uma maior atividade do músculo reto femural em condições monoarticular enquanto o multiarticular teve uma atividade dos vastos. Isso pode explicar a diminuição da variação da média na condição multiarticular no reto femural.

O músculo reto femural, ao contrário do bíceps femural, é considerado um músculo bi-penado, e tem seu arranjo de fibras que se inserem no tendão a um determinado ângulo em relação a linha de força do músculo. Este arranjo permite uma maior produção de força, porém menor amplitude de movimento (LIEBER, 2002).

A partir dos testes de RMs do pré treinamento ao pós, nota-se que incrementos consideravelmente maiores de força resistente foram obtidas em relação à força máxima (CIVM). Essa diferença pode ser associada à especificidade do exercício, visto que o teste de RMs se relaciona de forma próxima as condições de treinamento do que o teste em dinamômetro isocinético. Neste estudo foi utilizada uma periodização linear para a prescrição de treinamento, iniciando com 15-18 RMs, depois de 12-15 RMs, por conseguinte entre 10-12 RMs e por fim de 6-8 RMs. Os resultados encontrados demonstram que a periodização utilizada não foi eficaz para melhorar a razão funcional, por nenhum dos grupos atingirem o valor normativo 0,9 a 1,2, ainda que tenha havido melhora.

Os resultados do presente estudo demonstram que, para algumas variáveis o treinamento foi eficiente, como o torque concêntrico de flexores e extensores de joelho, espessura muscular de vasto intermédio, bíceps femural e nos testes de RMs. Porém, no torque isométrico, no torque excêntrico de flexores, no reto femural e nas razões convencional e funcional o protocolo não atingiu resultados satisfatórios. Baseado nestes resultados pode-se pensar que a combinação de um exercício multiarticular com um monoarticular, possa vir a ser mais eficiente, quando falamos de razão articular. Ainda que Gentil *et al* (2013) tenham comparado o efeito da adição de um exercício monoarticular a uma rotina de treino baseada em exercícios multiarticulares, e não tenham encontrado diferença significativa entre os grupos, nada foi encontrado na literatura consultada que fizesse relação com essa combinação e razão

articular do joelho. Visto neste trabalho o papel importante de estabilização do joelho que os isquiotibias exercem sobre a saúde articular, um treinamento com a combinação de multiarticular e monoarticular deve ser estudado.

Deve-se atentar para os exercícios utilizados no presente estudo, pois os resultados encontrados devem ser específicos para eles. Não é possível afirmar quaisquer exercício multiarticular e monoarticular para a mesma musculatura induziriam ao mesmo resultado encontrado.

Os resultados do presente estudo podem ter sido afetados por fatores interindividuais e fatores genéticos, que podem contribuir para a resposta adaptativa (CLARKSON *et al*, 2005) e criar um fator de confusão na interpretação dos resultados.

Algumas limitações foram observadas e merecem atenção em investigações futuras. A primeira delas se refere a ativação muscular importada por cada exercício e por cada condição de treino. Por exemplo, se o exercício feito de forma mono teve maior incremento no torque excêntrico dos flexores, essa deve ser uma informação relevante na hora de prescrever o treinamento. Outra limitação do estudo é que ele ainda está em andamento, por isso o N amostral é baixo, o que pode interferir diretamente nos resultados aqui apresentados.

## **8.CONCLUSÃO**

Os achados deste estudo demonstram que somente o exercício multiarticular ou monoarticular não são suficiente para melhorar a razão funcional e convencional dos indivíduos. Mais estudos acerca deste tema devem ser realizados. Porém, se o objetivo for incremento na massa muscular de vasto intermédio e bíceps femural, ambos os protocolos foram eficientes. No que se trata de ganho de força, os resultados são controversos e não corroboraram com a literatura, porém o estudo está em andamento e os resultados podem vir a mudar.

## 10. REFERÊNCIAS

AAGAARD, P. *et al.* Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: Influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v.154, p.421-427, 1995.

AAGAARD, P. *et al.* A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. **American Journal of Sports Medicine**, Baltimore, v. 26, p. 231-237, 1998.

AAGAARD, P. Training-induced changes in neural function. **Exerc Sport Sci Rev**, v.31, p. 61-67, 2003.

BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. **Essentials of strength training and conditioning**. Human kinetics, 2008. ISBN 0736058036

BALSAMO, Sandor. Treinamento de força para osteoporose, fibromialgia, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e envelhecimento. 2. Ed. São Paulo: Phorte, 2005. 171 p.

BOLLEN, S. Advances in the management of anterior cruciate ligament injury. **Curr Orthop.**, n. 14, p. 325-328, 2000.

BOTTARO, M. Dissociated time course of muscle damage recovery between single and multi-joint exercises in highly resistance trained men. **J Strength Cond Res**, 2015. Sep;29(9):2594-9.

BROWN LEE. **Isokinetics in human performance**. [s.l.]: Human Kinetics, 2000.

BUTLER, D .L.; NOYES, F. R., GROOD, E. S. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee: a biomechanical study. **J Bone Joint Surgery**, n. 62 A, p. 259-270, 1980.

CARPES, F.P.; BINI R.R; DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M.A. Anatomia funcional. São Paulo. **Editores Phorte**, 2001.

CARVALHO, P, CABRI, J. Avaliação isocinética da força dos músculos da coxa dos futebolistas. **Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto**, n. 1, p. 4-12, 2007.

CHANDLER, T.JEFF. Treinamento de força para o desempenho humano. Porto Alegre: **ARTMED**, 2009 511 p:11.

CROSIER, J. L. *et al.* Strength imbalances and prevention of hamstring injury in Professional soccer players: a prospective study. **Am J Sports Med**, n. 36, 1469-1475, 2008.

DIAS, R. M. *et al.* Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Rev Bras Med Esporte**, n. 11, p. 34-38, 2005.

DVIR, Z. *et al.* Thigh muscle activity and anterior cruciate ligament insufficiency. **Clinical Biomechanics**, v. 4, p. 8791, 1989.

DVIR, Z. **Isocinética**: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas Manole: São Paulo, 2002.

ESCAMILLA, R.F.; GLENN, S.F.; ZHENG, N.; BARRENTINE, S.W.;WILK, K.E. e ANDREWS J.R. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Medicine & Science in Sport & Exercise**, Vol. 30, No. 4, pp. 556-569, 1998.

FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Med**, v. 37, n. 2, p. 145-168, 2007.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FLECK, S. J. Fundamentos do Treinamento de Força muscular. *In*: DESIGNING resistance training programs. 3<sup>th</sup>.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G. FROST, G. Neural adaptations to resistance exercise: mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Med**, v. 18, p. 660-667, 2004.

GARRICK, J.G.; REQUA, R. K. ACL injuries in men and women: how common are they? *In*: Griffin (Ed.), Prevention of noncontact ACL injuries, American Academy of Orthopedic Surgeons, Rosemont, IL (2001)

GENTIL, P. Effect of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 38, n. 3, p. 341-4, 2013.

GENTIL, P.; SOARES, S.; BOTTARO, M. Single vs. Multi-joint resistance exercise: effects on muscle strength and hypertrophy. **Asian J Sports Med**, v. 6, n. 2, 2015.

HAIRI, N. N. Anterior cruciate ligament reflex (LCA reflex). **Unfallchirurg**, n. 89, p. 551-554, 1986.

HAIRI NN Loss of muscle strength, mass (sarcopenia), and quality (specific force) and its relationship with functional limitation and physical disability: the Concord Health and Ageing in Men Project. **Clin Invest**, v. 58, n. 11, p. 2055-2062, 2010.

IGA, J *et al.* Cross-sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals. **Scand J Med Sci Sports**, p. 1-6, 2008.

JOHNSON MA, POLGAR J, WEIGHTMAN D, APPLETON D. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. **J Neurol Sci**. 1973 Jan;18(1):111-29.

KAWAKAMI, Y.; ABE, T.; FUKUNAGA, T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. **J Appl Physiol**, v. 74, n. 6, p. 2740-2744, 1993.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 4, p. 674-88, 2004.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Resistance training for health and performance. **Curr Sports Med Rep**, v.1, p. 165-171, 2002.

LIEBER, Richard L. Skeletal muscle structure function and plasticity. Lippincott **Williams & Wilkins**, 2002.

MAGALHÃES, J. *et al.* Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, n. 1, p. 13-21, 2001.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. **Fisiologia do exercício**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

MORE, R. C. *et al.* Hamstrings - an anterior cruciate ligament protagonist: an in vitro study. **American Journal of Sports Medicine**, v. 21, p. 231-237, 1993.

ORTEGA, F. B. Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. **BMJ**, v. 20, n. e7279, p. 1-12, 2012.

RADAELLI, R. *et al.* Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. **Age**, v. 36, n. 2, p. 881-892, 2014.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Med Sci Sport Exerc**, v. 20, p. 135-145, 1988.



SANGNIER, S; TOURNY-CHOLLET, C. Effect of fatigue on hamstrings and quadriceps during isokinetic fatigue testing in semiprofessional soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 11, p. 952-957, Nov. 2007.

SCHAEFER, D; RIE, L. Análise eletromiográfica dos músculos posteriores da coxa na cadeira e mesa flexora. **Maringá**, v. 21, n. 4, p. 617-624, 4. Trim. 2010.

SIGNORILE, J.F.; WEBER B.; ROLL B.; CARUSO J.F.; LOWENSTEYN I. e PERRY A.C. An Electromyographical Comparison of the Squat and Knee Extension Exercises. **The Journal of Strength and Conditioning Research** 8(3) - July 1994

SIQUEIRA, C. M. *et al.* Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumpers athletes and runner athletes. **Rev Hosp Clin Fac Med São Paulo**, n. 57, p. 19-24, 2002.

SOARES, S. One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. **J Sports Sci.**, n. 27, p. 59-68, 2001.

VANDERVOORT, AA, SALE DG, Moroz J. Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. **J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.** 1984 Jan;56(1):46-51.



## **APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### Termo de consentimento Livre e Esclarecido

Este termo de consentimento, cuja cópia lhe foi entregue, é apenas parte de um processo de consentimento de um projeto de pesquisa do qual você está sendo convidado a participar como sujeito. Se você quiser mais detalhes sobre algo mencionado aqui, ou informação não incluída aqui, sinta-se livre para solicitar. Por favor, leia atentamente esse termo, a fim de que você tenha entendido plenamente o objetivo desse projeto e o seu envolvimento nesse estudo como sujeito participante. De qualquer maneira e sem prejuízo, você pode retirar o seu consentimento em participar do presente estudo a qualquer momento.

A pesquisa será realizada na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEF/UFRGS), que se localiza na Rua Felizardo Furtado, 750, no bairro Jardim Botânico de Porto Alegre. As avaliações serão realizadas na mesma Escola no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX). Os treinamentos serão realizados na sala de musculação localizada no Centro Natatório da Escola de Educação Física.

O objetivo desse estudo é comparar os ganhos de força, potência e massa muscular após 12 semanas de treinamento de força com exercícios monoarticulares (que envolvem apenas uma articulação), multiarticulares (que envolvem mais de uma articulação ao mesmo tempo) e a combinação de multiarticular e monoarticular. Para isso, você realizará, por exemplo, exercícios multiarticulares, monoarticulares ou multi/mono com membro inferior. O exercício multiarticular será o Leg Press 45° e os exercícios monoarticulares serão extensão de joelho e flexão de joelho. Todos esses exercícios são comuns em uma rotina de treino na musculação. No entanto, cada tipo de exercício tem algumas características que os diferenciam (sendo o principal no caso deste estudo, o número de articulações envolvidas no exercício), e justamente por isso, queremos avaliar se há diferença entre os resultados obtidos com um treino ou com o outro.

Você deverá comparecer ao LAPEX, no setor Neuromuscular (sala 109) 2 vezes antes do início do treinamento para que façamos as avaliações de ultrassom, salto e dinamômetro. Após, na sala de musculação, outra avaliação de força será realizada, o teste de 1RM, com teste e reteste.

Após inicia-se o treinamento propriamente dito, que é realizado duas vezes por semana durante 12 semanas, e tem por objetivo aumentar massa muscular, po-

tência e a força. O treinamento será prescrito e monitorado por profissionais capacitados para garantir a execução correta e a segurança em sua realização. No total, serão realizadas 24 sessões de treino, sendo permitido que você se ausente em, no máximo, quatro ocasiões. Ausências acima desse número implicam na sua exclusão do estudo.

Após a finalização do treino, você deverá comparecer ao laboratório mais uma vez na semana seguinte, para que façamos as mesmas avaliações anteriores ao início do treinamento para verificar o quanto esses valores se modificaram.

As avaliações consistem, brevemente, em:

- 1) Preenchimento do termo de consentimento.
- 2) Preenchimento de um questionário PAR-Q para verificar se você pode realizar exercício físico.
- 3) Ultrassom: Objetiva a mensuração de massa muscular. Nesta avaliação, você precisa ficar relaxado enquanto o avaliador obtém imagens do músculo alvo.
- 4) Dinamometria: Objetiva a mensuração de força muscular. Nesta avaliação, você precisa realizar sua força máxima em um aparelho específico para este procedimento.
- 5) Teste de repetições máximas (RM): Objetiva mensurar a sobrecarga que será utilizada nos diferentes exercícios durante o treinamento.

Todos os procedimentos descritos acima serão acompanhados e realizados por pessoas capacitadas e toda explicação necessária será fornecida durante o teste para garantir a maior segurança possível.

Os autores não se responsabilizam por eventuais gastos relacionados à pesquisa como transporte e alimentação. Os riscos envolvidos são mínimos, no entanto, qualquer exercício pode oferecer algum risco de lesão musculoesquelética. A participação no estudo não prevê qualquer tipo de remuneração financeira.

Não haverá qualquer benefício pessoal aos voluntários, exceto aqueles proporcionados pelo próprio treino, como aumentos da força e da massa muscular, que são de extrema importância para a saúde e a qualidade de vida. Os riscos à saúde são mínimos, e consistem em dor ou desconforto muscular após algumas sessões de treinamento.

Durante as coletas de dados estará disponível um linha telefônica para a necessidade de contatar o Serviço de Atendimento Móvel de Emergência (SAMU-

192). Os pesquisadores responsáveis são o Professor Dr. Ronei Silveira Pinto e Eduardo Lusa Cadore, o mestrando Felipe Minozzo e os graduandos Bárbara Marques e Pedro Lopez, todos com experiência e capacitação na área do treinamento de força.

Os dados coletados nesse estudo serão utilizados para publicação, sendo que serão disponibilizados apenas sob o seu consentimento. Deve ficar claro que no momento da publicação não será feita nenhuma associação entre os dados publicados e a sua pessoa.

A sua assinatura nesse formulário indica que você entendeu satisfatoriamente a informação relativa à sua participação nesse projeto e que você concorda em participar como sujeito. De forma alguma esse consentimento lhe faz renunciar aos seus direitos legais, e nem libera os investigadores ou instituições envolvidas de suas responsabilidades pessoais e profissionais. Se tiver qualquer dúvida em relação a essa pesquisa, favor contatar os responsáveis por este projeto pelos telefones 51 85689749 ou 51 89364038, caso você sentir qualquer violação de seus direitos, o Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (51 33083738).

Uma via desse documento ficará com você e a outra ficará guardada com os pesquisadores desse projeto. Ambas as vias vão estar assinadas por você e pelo pesquisador responsável.

Eu, \_\_\_\_\_ acredito ter sido suficientemente informado a respeito da pesquisa que tem por objetivo avaliar os efeitos do treinamento de força composto por exercícios multiarticulares e monoarticulares sobre a massa muscular, potência muscular e a força de membros inferiores. Eu discuti com a equipe pesquisadora sobre a minha decisão de participar desta pesquisa. Ficam claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos, riscos e as garantias de confidencialidade e de esclarecimento permanente. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e de remuneração, e que a qualquer momento posso desistir do estudo sem prejuízo.

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

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_.

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_.