

Comparação da Resposta Hipertrófica entre o Treinamento Resistido com Máquina versus Peso Livre

Comparison of The Hypertrophic Response Between the Resistance Training With Machine vs Free Weight

Comparação da Resposta Hipertrófica com Máquina vs Peso Livre

Adriana Lúcia Pastore e Silva<sup>1</sup>, Gabriel Luiz Neves Ferreira<sup>2</sup> (RA: N8870C-5), Giulia Lazzari Bonometto<sup>2</sup> (RA: G42076-4), Júlio Cesar Justino<sup>2</sup> (RA: N8867H-0), Magellan Takanori Amanuma<sup>2</sup> (RA: G470GG-5)

Nome: Giulia Lazzari Bonometto

Endereço para correspondência: Rua Catão 1009, casa 5

Telefone: (11) 99570-8107

Correio eletrônico: [giulia.bonometto@aluno.unip.br](mailto:giulia.bonometto@aluno.unip.br)

1. Doutora em Ciências do Sistema Musculoesquelético pelo IOT HC FMUSP; Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP);
2. Graduando(a) do curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP).

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Universidade Paulista  
Curso de Fisioterapia – Campus Paraíso  
2025

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO PROJETO TÉCNICO-CIENTÍFICO**  
**INTERDISCIPLINAR**

NOME	RA	REGIME*	CAMPUS
Gabriel Luiz Neves Ferreira	N8870C5	Regular	Paraíso
Giulia Lazzari Bonometto	G420764	Regular	Paraíso
Julio Cesar de Freitas Justino	N8867H0	Regular	Paraíso
Magellan Takanori Amanuma	G470GG5	Regular	Paraíso

\*Regular ou Tutelado

Orientador: Adriana Lúcia Pastore e Silva

Título do trabalho: Comparação da Resposta Hipertrófica entre o Treinamento Resistido com Máquina versus Peso Livre

Tipo de trabalho:            ( ) REVISÃO            ( X ) PESQUISA DE CAMPO

Tipo de apresentação:    ( X ) BANNER                    ( ) TEMA LIVRE

Banner	Nota Orientador	Nota Apresentação	Nota PTCI	Nota Final
	Nota 10,0 <i>Adriana Lúcia Pastore e Silva</i> <small>Adriana Lúcia Pastore e Silva Fisioterapeuta Cruzeiro 3 / 11000-F</small>	10,0	8,0	9,3

*Dr. Vinicius Fassoni Civile  
Fisioterapeuta  
CREFFO - 3/77701-F*

Tema Livre	Nota Orientador	Média Apresentação	Nota PTCI	Nota Final

Coordenação do Curso de Fisioterapia

## **RESUMO**

A resposta hipertrófica muscular ao treinamento de resistência (TR) em máquinas e pesos livres é amplamente debatida na literatura. Compreender qual forma de exercício é superior para hipertrofia muscular possui repercussões terapêuticas e ergogênicas.

### **Objetivo**

Comparamos a resposta de hipertrofia muscular entre o TR realizado com pesos livres (PL) versus máquinas (MÁQ).

### **Desenho do estudo**

Desenho randomizado intraindivíduos.

### **Método**

Oito mulheres jovens, saudáveis e destreinadas (idade:  $22 \pm 5$  anos;  $62,0 \pm 8,7$  kg;  $1,71 \pm 0,05$  m; IMC:  $21,4 \pm 3,3$  kg·m<sup>2</sup>) submeteram cada uma de suas pernas ao TR com PL ou MÁQ. O TR incluiu exercícios direcionados aos músculos extensores do joelho (PL: avanço; MÁQ: leg press inclinado), 3 vezes por semana, durante 9 semanas. A hipertrofia muscular foi determinada antes e após o TR por meio de ultrassonografia para avaliar a espessura muscular (MT) do vasto lateral (VL) e do reto femoral (RF) em suas porções proximal (50%) e distal (70%). O Modelo Misto foi conduzido para análise dos dados, com significância estabelecida em  $p \leq 0,05$ .

### **Resultado**

Nenhuma diferença entre os grupos foi identificada para nenhum dos músculos e porções antes do TR (todas as comparações,  $p > 0,05$ ). Aumento de MT foi detectado tanto para PL quanto para MÁQ em RF50% (respectivamente, +10,7%,  $p=0,027$ ; e +8,9%,  $p=0,051$ ), RF70% (respectivamente, +24,8%,  $p=0,019$ ; e +27,3%,  $p=0,017$ ), VL50% (respectivamente, +13,3%,  $p=0,011$ ; e +12,1%,  $p=0,031$ ) e VL70% (respectivamente, +12,7%,  $p=0,046$ ; e +15,7%,  $p=0,016$ ), indicando que houve hipertrofia muscular induzida pelo TR em todos os músculos e porções. No entanto, não foi identificada interação Grupo x

Tempo para os valores de MT em RF50% ( $p=0,816$ ), RF70% ( $p=0,588$ ), VL50% ( $p=0,679$ ) ou VL70% ( $p=0,635$ ).

### **Conclusão**

PL e MÁQ foram igualmente eficazes para induzir hipertrofia muscular em mulheres previamente destreinadas.

**Descritores:** Ultrassom; Reto Femoral; Vasto Lateral.

## **ABSTRACT**

The hypertrophic muscle response to resistance training (RT) using machines and free weights is widely debated in the literature. Understanding which form of exercise is superior for muscle hypertrophy has therapeutic and ergogenic implications.

### **Objective**

Compare the muscle hypertrophy response between resistance training performed with free weights (FW) versus machines (MACH).

### **Study design**

Randomized intra-individual design.

### **Method**

Eight young, healthy, and untrained women (age:  $22\pm 5$  years;  $62,0\pm 8,7$  kg;  $1,71\pm 0,05$  m; BMI:  $21,4\pm 3,3$  kg·m<sup>2</sup>) each underwent resistance training (RT) with either lunge (FW) or inclined leg press (MACH). RT included exercises targeting the knee extensor muscles (FW: lunge; MACH: inclined leg press), 3 times per week, for 9 weeks. Muscle hypertrophy was determined before and after RT using ultrasound to assess muscle thickness (MT) of the vastus lateralis (VL) and rectus femoris (RF) in their proximal (50%) and distal (70%) portions. A Mixed Model was used for data analysis, with significance set at  $p\leq 0,05$ .

### **Result**

No difference between groups was identified for any of the muscles and portions before RT (all comparisons,  $p>0,05$ ). Increased MT was detected for both FW and MACH at RF50% (respectively, +10,7%,  $p=0,027$ ; and +8,9%,  $p=0,051$ ), RF70% (respectively, +24,8%,  $p=0,019$ ; and +27,3%,  $p=0,017$ ), VL50% (respectively, +13,3%,  $p=0,011$ ; and +12,1%,  $p=0,031$ ) and VL70% (respectively, +12,7%,  $p=0,046$ ; and +15,7%,  $p=0,016$ ), indicating that RT-induced muscle hypertrophy occurred in all muscles and portions. However, no Group x Time interaction was identified for MT values at RF50% ( $p=0,816$ ), RF70% ( $p=0,588$ ), VL50% ( $p=0,679$ ) or VL70% ( $p=0,635$ ).

**Conclusion**

FW and MACH were equally effective in inducing muscle hypertrophy in previously untrained women.

**Descriptors:** Ultrasound; Rectus Femoris; Vastus Lateralis.

## INTRODUÇÃO

O músculo esquelético é um tecido altamente plástico e adaptável conforme o tipo de estímulo recebido.<sup>1</sup> Quando submetido ao treinamento resistido (TR), o músculo esquelético aumenta em área de secção transversa (AST), fenômeno conhecido como hipertrofia muscular.<sup>2</sup> A hipertrofia muscular é um dos principais objetivos almejados por praticantes do TR, pois pode contribuir para a melhora da saúde, condicionamento físico e desempenho físico-esportivo.<sup>3</sup>

No fisiculturismo, por exemplo, a hipertrofia muscular é de vital importância, pois os competidores são julgados pela quantidade e qualidade de seu desenvolvimento muscular.<sup>4</sup> No campo da saúde, a hipertrofia muscular pode contribuir com uma melhor autonomia nas atividades da vida diária, bem como para um melhor controle metabólico.<sup>5</sup> Além disso, em um nível mais geral, a hipertrofia muscular é o objetivo primário de praticantes recreacionais do TR que aspiram ao desenvolvimento muscular máximo. Portanto, o entendimento dos mecanismos inerentes à hipertrofia muscular e a busca por métodos para maximizá-la em resposta a programas de TR têm sido alguns dos principais objetos de pesquisa de estudiosos e cientistas do esporte nos últimos anos.

Apesar de algumas diretrizes internacionais já terem sido estabelecidas para apoiar a hipertrofia muscular induzida pelo TR por meio da manipulação de variáveis como Isso pode ser atribuído à maior tensão mecânica geral que ocorre quando um músculo é tensionado enquanto é alongado, presumivelmente devido à sobreposição de tensão ativa e passiva,<sup>6</sup> embora também seja especulado que a hipertrofia muscular com comprimentos musculares longos versus curtos possa ser atribuída a um maior estresse metabólico<sup>7</sup> e expressão de IGF-1<sup>8</sup> associados à tensão muscular gerada sob comprimentos musculares longos. A hipertrofia muscular é mediada por vias moleculares como a mTOR, cuja ativação depende da tensão mecânica, estresse metabólico e microlesões, sendo potencialmente mais intensa em exercícios que isolam o músculo-alvo.<sup>1</sup> Além disso, estudos mostram que a hipertrofia pode ocorrer de forma regional dentro de um mesmo músculo, variando de acordo com o tipo de exercício e a amplitude de movimento utilizada.<sup>2</sup>

A grande maioria dos estudos comparando a hipertrofia muscular em resposta ao TR em comprimentos musculares longos versus curtos adotou um protocolo de exercícios para um ou mais músculos da região anterior da coxa; ou ações musculares isométricas; ou ainda amplitudes de movimento parciais versus totais, treinando em diferentes ângulos articulares sobre a mesma articulação,<sup>9</sup> por exemplo, extensores do joelho treinados com ângulos do joelho 0-60° versus 0-100°.

No entanto, as diretrizes de TR geralmente recomendam exercícios dinâmicos, sendo estes direcionados tanto para a parte inferior quanto superior do corpo, bem como com uma amplitude total de movimento quando possível.<sup>10</sup> Em adição, nota-se que a maioria dos trabalhos anteriores empregaram “desenhos de grupos paralelos”, os quais podem ter potencialmente agregado confusão aos resultados proveniente de variações na biologia e no estado nutricional dos participantes.

Por fim, a espessura muscular na grande maioria das investigações foi avaliada apenas na porção média dos músculos-alvo. Considerando que a hipertrofia induzida pelo TR pode ser não homogênea,<sup>11</sup> a avaliação dos demais locais musculares poderiam ter fornecido maiores insights sobre as respostas de hipertrofia. Em virtude do mencionado, ainda é de relevância prática indiscutível entender a resposta hipertrófica aos diferentes exercícios direcionados às diversas partes do corpo quando treinados sob amplitude de movimento completa que colocam o(s) mesmo(s) músculo(s)-alvo em exercícios utilizando máquinas e peso livre.

Um dos grupos musculares que ainda não foi devidamente explorado constitui os músculos flexores do cotovelo. A saber, os três músculos flexores primários do cotovelo são o bíceps braquial, o braquiorradial e o braquial. Eles fornecem funções importantes para as atividades da vida diária e esportes, como comer, puxar, levantar,<sup>12</sup> escalar<sup>13</sup> e mover a cadeira de rodas. Dos seus três músculos constituintes, o bíceps braquial é biarticular, e cruza não apenas o cotovelo, mas também a articulação do ombro, e está mais alongado na posição do braço para trás (ombro estendido) do que para a frente (ombro flexionado).<sup>14</sup>

Logo, este grupo muscular requer comparação da resposta hipertrófica entre exercícios feitos em máquina como o popular 'Rosca Direta no Cross' e feitos com peso livre como o 'Rosca Direta com Halter'.

Outro grupo muscular de membros superiores que merece atenção é o tríceps braquial, o qual atua como o extensor primário do cotovelo e desempenha papéis cruciais em vários esportes e atividades da vida diária, como arremessos de beisebol,<sup>15</sup> saques de tênis,<sup>16</sup> e arremessos de peso,<sup>17</sup> bem como na prevenção de lesões por quedas.<sup>18</sup> Dos seus três músculos constituintes, a cabeça longa do tríceps braquial é biarticular e cruza não apenas o cotovelo, mas também a articulação do ombro, e é mais alongada na posição acima da cabeça (ombro flexionado) do que numa posição mais posterior do braço (ombro estendido). Logo, este grupo muscular requer comparação da resposta hipertrófica entre exercícios feitos em máquina como o popular 'Extensor de cotovelo máquina' feitos com peso livre como o 'Tríceps Testa'.

Já em relação aos músculos de membro inferior, destaque especial pode ser dado ao reto femoral. Acredita-se que o fortalecimento dele melhore o desempenho em sprints,<sup>19</sup> proporcionando benefícios a muitos atletas e entusiastas do esporte. Tendo em vista a natureza biarticular do reto femoral, este grupo está mais alongado na posição onde o quadril está estendido e os joelhos estão flexionados do que na flexão do quadril e extensão do joelho. Logo, este grupo muscular requer comparação da resposta hipertrófica entre exercícios feitos em máquina como o popular 'leg press' e feitos com peso livre como o 'afundo com barra'.

Portanto, o presente trabalho tem o intuito de investigar os efeitos do TR realizado sobre diferentes grupos musculares utilizando exercícios feitos em máquina contra exercícios feitos com peso livre. Usando uma metodologia direta, nós levantamos a hipótese baseada em revisões recentes<sup>9</sup> de que a hipertrofia muscular será maior nas posições em que os músculos forem tensionados durante as sessões de treinamento estando alongados em comparação com a tensão sob estado encurtado.

O objetivo geral deste estudo é investigar se os exercícios realizados em

máquinas podem gerar um estímulo mais eficaz para a hipertrofia muscular em comparação a exercícios realizados com peso livre. O estudo também visa medir e comparar os resultados de hipertrofia muscular intrapessoalmente, ou seja, em um único participante, a fim de evitar a interferência de fatores externos e obter resultados mais precisos.

Mais especificamente o estudo busca avaliar e comparar alterações na espessura muscular após treinos feitos com máquina VS com peso livre, a fim de saber sobre a eficácia dos exercícios, comparando os resultados de hipertrofia muscular obtido, avaliar a viabilidade e a facilidade de condução de um estudo intrapessoal e fornecer informações adicionais sobre as implicações da hipertrofia muscular para a saúde e o desempenho humano.

## **MÉTODO**

### **Participantes**

O tamanho amostral foi estimado com base em um desenho de medidas repetidas com dois grupos experimentais e quatro pontos no tempo (dois por grupo), utilizando a hipertrofia muscular como variável dependente. Assumindo um poder estatístico de 0,90, um nível de significância alfa de 0,05 e um tamanho de efeito de 0,35 (Soares et al., 2024), a análise (realizada utilizando o software G\*Power) indicou que um total de 16 participantes (N = 8 por grupo) seria necessário. Dado o desenho intraindivíduos do presente estudo — onde as pernas de cada participante foram aleatoriamente designadas para uma das duas condições de tratamento — dez mulheres jovens, saudáveis e destreinadas ( $22 \pm 5$  anos;  $62,0 \pm 8,7$  kg;  $1,71 \pm 0,05$  m) foram inicialmente recrutadas. Duas participantes se retiraram por motivos pessoais não relacionados ao estudo, resultando em uma amostra final de oito participantes incluídas na análise.

Durante a triagem preliminar, por meio do Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q), todas as participantes relataram não estar envolvidas em treinamento de resistência regular nos seis meses anteriores, bem como nenhuma participação em programas de treinamento estruturado durante o período do estudo. Nenhuma das participantes apresentava doenças cardiovasculares ou neuromusculares conhecidas. Os critérios de exclusão incluíam o uso de medicamentos ou suplementos nutricionais, assim como qualquer histórico de uso de esteroides anabolizantes. Todas as participantes foram informadas sobre os objetivos do estudo, potenciais benefícios e riscos associados, e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes da participação. Todos os procedimentos foram conduzidos em conformidade com a Declaração de Helsinque e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (Número de Aprovação: 6.266.297).

## **Desenho experimental**

Este estudo compreendeu um desenho randomizado, contrabalanceado e intraindivíduos. As participantes foram avaliadas na linha de base (PRÉ) e após (PÓS) um programa de treinamento de resistência unilateral dos membros inferiores com duração de 3 semanas. A massa corporal e altura das participantes foram medidas com uma balança digital (Welmy, São Paulo, Brasil) e um estadiômetro de parede (Cescorf, São Paulo, Brasil), respectivamente, durante a primeira visita ao laboratório. Posteriormente, as espessuras musculares (MT) dos músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL) foram obtidas em seus sítios medial e distal por meio de ultrassonografia (US). Para estimar a variação entre avaliações de US, as medidas de MT foram repetidas após 48 horas. Todas as avaliações foram realizadas consistentemente entre 13h e 18h.

Após as avaliações pré-intervenção, a perna de cada participante foi aleatoriamente designada para um dos dois grupos experimentais com base nos valores de MT distal do VL, com a alocação equilibrada quanto à dominância do membro: 1) um grupo de exercício com pesos livres (PL) ou 2) um grupo de exercício com máquinas (MÁQ), que incluíam a realização de um exercício com pesos livres ou com máquina, respectivamente, durante cada sessão de TR. As sessões de TR foram realizadas individualmente, no mesmo horário, três vezes por semana, durante 9 semanas, e a adesão foi calculada ao final do estudo.

Setenta e duas horas após a última sessão de treinamento (PÓS), as avaliações por US foram realizadas novamente. As participantes foram instruídas a evitar álcool, exercícios não habituais e cafeína por 24 horas antes das avaliações PRÉ e PÓS, e a comparecerem com no mínimo duas horas após a última refeição. A ingestão de água foi liberada durante todas as sessões.

## **Avaliação da espessura muscular**

Foi utilizada a imagem de ultrassonografia em modo B (Vino D5, TDK Co. Ltd., China), equipada com um transdutor linear-array (modelo F4-12L), operando em uma faixa de frequência variável de 8,0–10,0 MHz para obter todas as medidas de MT. O equipamento foi operado por um pesquisador que não

participou das sessões de TR e que estava cego quanto aos grupos experimentais.

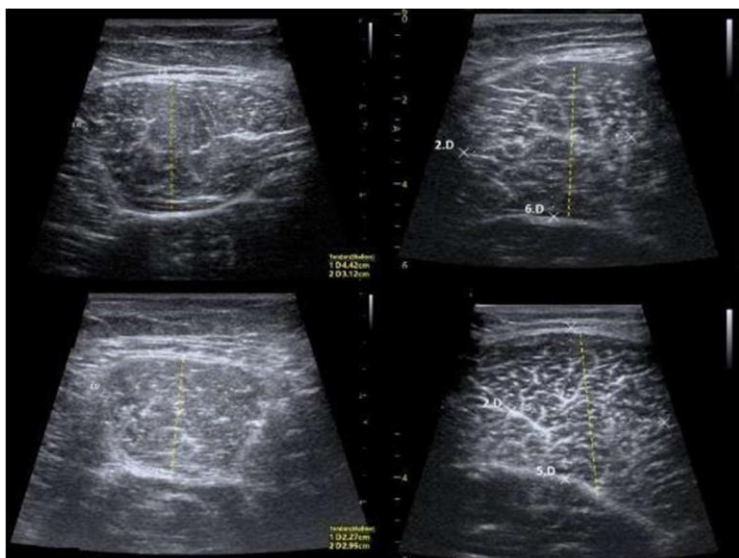
As participantes permaneceram em decúbito dorsal com braços e pernas completamente estendidos e relaxados durante as medições. Para garantir a estabilização do balanço hídrico, elas permaneceram nessa posição por 10 minutos antes do início dos testes. Um gel de transmissão à base de água (Kolplast, São Paulo, Brasil) foi aplicado em cada local de medição, após o qual o pesquisador posicionou suavemente a sonda de ultrassom de 5 MHz perpendicular à superfície da pele, evitando compressão do tecido.

Após confirmar a clareza ideal da imagem, o pesquisador capturou as imagens e determinou as MT dos músculos vasto lateral (VL) e reto femoral (RF) medindo a distância entre a interface do músculo com o tecido subcutâneo e a interface entre músculo e osso, conforme a metodologia estabelecida por Schoenfeld et al. (2016).

As distâncias foram medidas utilizando a função de linha reta do software ImageJ. As avaliações foram realizadas na face anterior de ambas as coxas direita e esquerda em dois locais: medial e distal. Esses locais correspondiam, respectivamente, a 50% e 70% da distância entre o trocânter maior e o côndilo lateral do fêmur (Figura 1). Para cada local de medição, três imagens de US foram capturadas e a média foi utilizada para o cálculo final da MT.

Para evitar efeitos de confusão devido ao inchaço induzido pelo exercício, as imagens foram obtidas 72 horas após a última sessão de treinamento, com base em evidências de que os aumentos agudos de MT geralmente desaparecem em até 48 horas após o TR (Nunes et al., 2020).

Para avaliar a confiabilidade da medição, a MT foi avaliada duas vezes no pré-TR, com intervalo de 48 horas. Os erros típicos médios absolutos e relativos resultantes foram os seguintes: 0,080 cm (2,66%) para RF a 50%, 0,051 cm (2,31%) para RF a 70%, 0,202 cm (5,95%) para VL a 50% e 0,067 cm (2,58%) para VL a 70%.



**Figura 1.** Ultrassom Reto Femoral e Vasto Lateral pré e pós protocolo.

**Nota:** Imagens coletadas na pesquisa.

### **Protocolo de treinamento de resistência**

Durante toda a intervenção, os grupos PL e MÁQ realizaram consistentemente os exercícios de avanço e *leg press* inclinado unilateral, respectivamente, utilizando posicionamento padronizado.

Para garantir a execução uniforme entre as participantes, a flexão do joelho foi fixada em 90°, com instruções para realizar a fase concêntrica até a extensão total do joelho e retornar à flexão de 90° durante a fase excêntrica. A amplitude de movimento foi regulada por uma barra metálica fixa, que servia como um ponto de parada física para a barra (no avanço) e para a plataforma (no leg press), garantindo consistência em todas as repetições.

O TR teve início após uma fase de familiarização de uma semana, durante a qual as participantes foram apresentadas ao protocolo de exercícios para garantir a técnica adequada e possibilitar a determinação precisa das cargas iniciais de treinamento.

A intervenção completa durou nove semanas, com as participantes realizando três sessões por semana, totalizando 27 sessões de treinamento. Para equilibrar a carga de trabalho entre os membros, a perna inicial de cada sessão de TR foi alternada ao longo das sessões. Cada sessão começava com um

aquecimento geral de 5 minutos em esteira a  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Em seguida, realizava-se um aquecimento específico composto por uma série de oito repetições com 50% da carga prescrita de treinamento e uma segunda série de três repetições com 70% dessa carga.

Após um intervalo de descanso de 1 minuto, iniciava-se a sessão principal de treinamento, com todas as repetições sendo realizadas com um ritmo controlado, consistindo de aproximadamente 2 segundos para as fases concêntrica e excêntrica, guiado por um metrônomo para garantir consistência entre as participantes e os grupos.

O programa de TR seguiu um modelo de periodização linear: durante as semanas 1 a 3, as participantes completaram três séries de 12 a 15 repetições máximas (RM); durante as semanas 4 a 6, realizaram quatro séries de 10 a 12 RM; e durante as semanas 7 a 9, realizaram cinco séries de 8 a 10 RM. Um intervalo fixo de 2 minutos de descanso foi oferecido entre as séries para ambos os grupos. O volume de treinamento e a adesão das participantes foram continuamente monitorados e documentados ao longo das nove semanas do programa de TR.

### **Análise estatística**

Os dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, variações absolutas e relativas, e tamanhos de efeito (TE). A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro–Wilk, e os valores de MT na linha de base foram comparados entre os grupos utilizando testes t não pareados. Todas as análises estatísticas foram realizadas por um pesquisador cego quanto à alocação dos grupos e que não participou das sessões de TR.

Uma ANOVA de modelo misto foi aplicada para examinar os efeitos da intervenção sobre a MT, com “grupo” (PL e MÁQ) e “tempo” (pré e pós-treinamento) como fatores fixos, e as participantes tratadas como fator aleatório. Quando foram observadas interações ou efeitos principais significativos, aplicou-se o teste post hoc de Tukey para comparações múltiplas. Testes t adicionais não pareados foram utilizados para comparar o volume total de treinamento e as variações absolutas (ou seja, delta pós–pré) na MT entre os

grupos. Os tamanhos de efeito foram calculados utilizando o d de Cohen (d) e interpretados conforme os seguintes critérios:  $< 0,20$  = desprezível,  $0,20-0,49$  = pequeno,  $0,50-0,79$  = moderado e  $\geq 0,80$  = grande. Todas as análises foram conduzidas utilizando o software SAS versão 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA), com o nível de significância estabelecido em  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

### Hipertrofia muscular

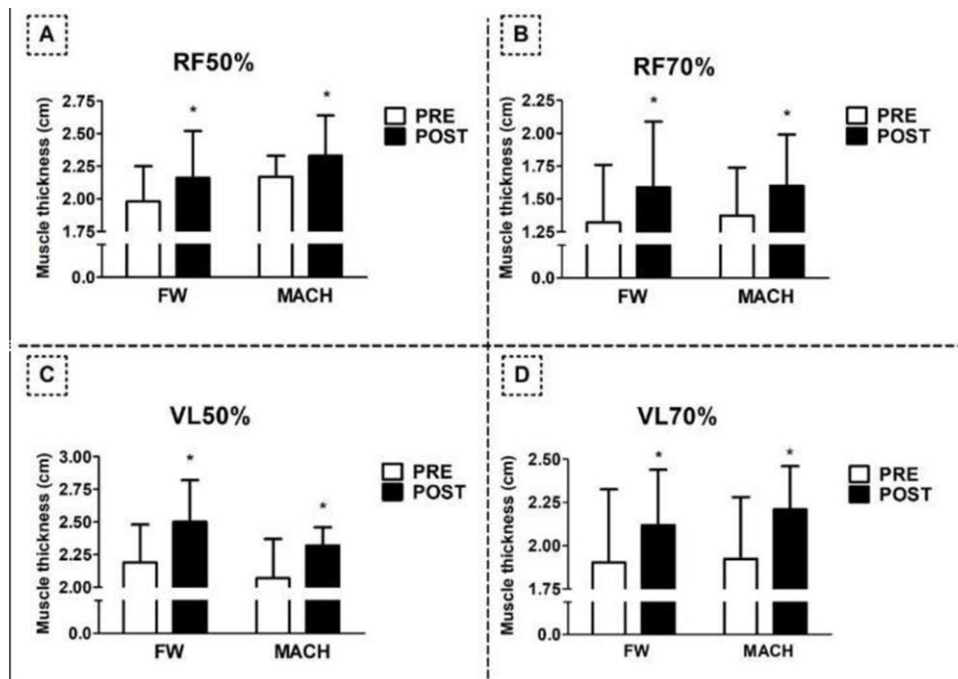
Antes do início do TR, não foram detectadas diferenças significativas entre os grupos em RF 50% ( $p=0,217$ ), RF 70% ( $p=0,496$ ), VL 50% ( $p=0,466$ ) e VL 70% ( $p=0,921$ ).

Foi observado um **efeito principal do tempo** para RF 50% ( $p=0,005$ ), RF 70% ( $p=0,001$ ), VL 50% ( $p=0,002$ ) e VL 70% ( $p=0,005$ ), indicando que a MT aumentou nos músculos e porções analisados.

As comparações post hoc mostraram que a MT aumentou significativamente em resposta ao treinamento com PL nas seguintes medidas: **RF 50%: +10,73%; TE=0,88;  $p=0,027$ ; (Figura 2A), RF 70%: +24,77%; TE=0,57;  $p=0,019$ ; (Figura 2B), VL 50%: +13,28%; TE=1,03;  $p=0,046$ ; (Figura 2C), VL 70%: +12,74%; TE=0,58;  $p=0,041$ ; (Figura 2D).**

Da mesma forma, o grupo MÁQ apresentou aumento significativo da MT em: **RF 50%: +8,97%; TE=0,50;  $p=0,0513$ ; (Figura 2A), RF 70%: +27,30%; TE=0,77;  $p=0,017$ ; (Figura 2B), VL 50%: +12,08%; TE=1,08;  $p=0,031$ ; (Figura 2C), VL 70%: +15,68%; TE=0,92;  $p=0,016$ ; (Figura 2D).**

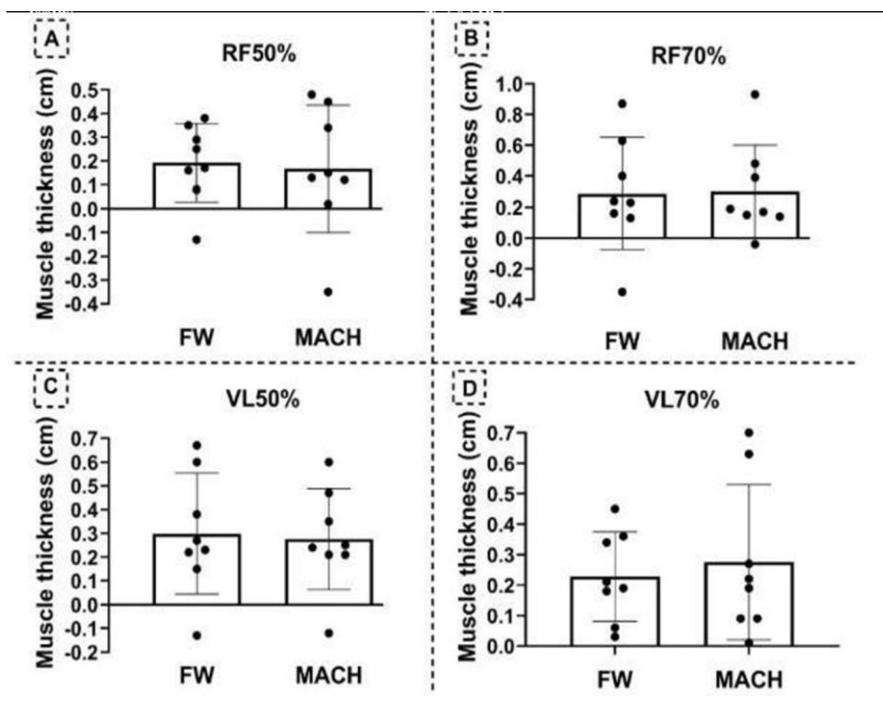
A análise individual mostrou que a MT aumentou acima do erro de medição em 7 das 8 participantes, tanto no grupo PL quanto no grupo MÁQ.



**Gráfico 1:** Comparação da secção transversa pré e pós protocolo do Reto Femoral 50% e 70% e Vasto Lateral 50% e 70%.

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Por outro lado, **não foram identificadas interações Grupo x Tempo** para RF 50% ( $p=0,816$ ), RF 70% ( $p=0,588$ ), VL 50% ( $p=0,679$ ) e VL 70% ( $p=0,635$ ). A análise da variação absoluta revelou que PL e MÁQ proporcionaram aumentos estatisticamente semelhantes na MT para: **RF 50%:**  $p=0,817$ ; (Figura 3A), **RF 70%:**  $p=0,863$ ; (Figura 3B), **VL 50%:**  $p=0,680$ ; (Figura 3C), **VL 70%:**  $p=0,639$ ; (Figura 3D).



**Gráfico 2:** Comparação da média de secção transversa pré e pós protocolo do Reto Femoral 50% e 70% e Vasto Lateral 50% e 70%.

**Fonte:** Dados da pesquisa.

### Volume total de treinamento e adesão

O volume total de treinamento não foi significativamente diferente entre os grupos PL e MÁQ (respectivamente,  $20072 \pm 6139$  kg-repetições vs.  $21634 \pm 5390$  kg-repetições;  $p=0,608$ ). A adesão calculada às sessões de treinamento foi de  $97,2 \pm 4,3\%$ .

## **DISCUSSÃO**

Apesar das forças metodológicas do estudo, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, os achados se limitam a uma população específica mulheres jovens e destreinadas e podem não ser generalizáveis a outros grupos, como indivíduos treinados ou idosos. Em segundo lugar, embora o desenho intraindivíduos ofereça um forte controle interno, a possível influência de efeitos de transferência cruzada (cross-education) não pode ser completamente descartada.

No entanto, pesquisas anteriores indicam que adaptações bioquímicas e morfológicas induzidas pelo exercício como alterações na expressão de proteínas, níveis de mRNA e hipertrofia muscular não parecem se transferir entre os membros. Adicionalmente, a alimentação e a hidratação não foram rigorosamente controladas durante o período da intervenção. Contudo, a abordagem intraindivíduos provavelmente mitigou a variabilidade relacionada ao estado nutricional e ao equilíbrio hídrico. Além disso, nossos achados são específicos para exercícios análogos aos prescritos no presente estudo (ou seja, envolvendo simultaneamente extensão de quadril e joelho); portanto, podem não ser aplicáveis a exercícios com biomecânicas, articulações e amplitudes de movimento distintas.

Por fim, o ciclo menstrual não foi controlado em nosso estudo (por exemplo, por meio da administração de pílulas anticoncepcionais); ainda assim, evidências crescentes não sustentam que as variações do ciclo menstrual sejam um fator interferente nas respostas anabólicas ou morfológicas ao TR.

## **CONCLUSÃO**

Os achados do presente estudo indicam que tanto os exercícios com pesos livres quanto aqueles realizados em máquinas são igualmente eficazes para promover hipertrofia muscular nos músculos extensores do joelho em mulheres previamente destreinadas. Essa equivalência sugere que a escolha do tipo de equipamento pode ser pautada por fatores logísticos, como disponibilidade de recursos e preferência individual, sem prejuízo aos ganhos morfológicos. Ademais, a combinação de ambos os métodos pode representar uma alternativa viável para ampliar o volume total de treinamento, potencializando os estímulos hipertróficos. Esses resultados oferecem suporte prático para fisioterapeutas, treinadores e profissionais da área da saúde no planejamento de intervenções individualizadas e adaptadas às realidades de diferentes contextos de treinamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rose AJ, Richter EA. Regulatory mechanisms of skeletal muscle protein turnover during exercise. *J Appl Physiol*. 2009;106(5):1702-11.
2. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Med*. 2018;48(4):765-85.
3. Figueiredo VC, de Salles BF, Trajano GS. Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. *Sports Med*. 2018;48(3):499-505.
4. Lenzi JL, Teixeira EL, de Jesus G, Schoenfeld BJ, de Salles Painelli V. Dietary strategies of modern bodybuilders during different phases of the competitive cycle. *J Strength Cond Res*. 2019.
5. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign (IL): Human Kinetics; 2008.
6. Oranchuk DJ, Storey AG, Nelson AR, Cronin JB. Isometric training and long-term adaptations: effects of muscle length, intensity, and intent: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*. 2019;29(4):484-503.
7. Kooistra RD, de Ruitter CJ, de Haan A. Knee angle-dependent oxygen consumption of human quadriceps muscles during maximal voluntary and electrically evoked contractions. *Eur J Appl Physiol*. 2008;102(2):233-42.
8. McMahon G, Morse CI, Burden A, Winwood K, Onambele GL. Muscular adaptations and insulin-like growth factor-1 responses to resistance training are stretch-mediated. *Muscle Nerve*. 2014;49(1):108-19.
9. Pallarés JG, Hernández-Belmonte A, Martínez-Cava A, Vetrovsky T, Steffl M, Courel- Ibáñez J. Effects of range of motion on resistance training adaptations: a systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2021;31(10):1866-81.
10. Evans WJ. Exercise training guidelines for the elderly. *Medicine and science in sports and exercise*. 1999;31(1):12-7.
11. Zabaleta-Korta A, Fernández-Peña E, Santos-Concejero J. Regional hypertrophy, the inhomogeneous muscle growth: a systematic review. *Strength Cond J*. 2020.

12. Shin SY. Elbow healthcare system for flexion and extension abnormality of elbow. *J Korea Soc Comput Inf.* 2018;23(10):127-32.
13. Deyhle MR, Hsu HS, Fairfield TJ, Cadez-Schmidt TL, Gurney BA, Mermier CM. Relative importance of four muscle groups for indoor rock climbing performance. *J Strength Cond Res.* 2015;29(7):2006-14.
14. Boninger M, Cooper R, Shimada S, . Shoulder and elbow motion during two speeds of wheelchair propulsion: a description using a local coordinate system. *Spinal Cord.* 1998;36:418-26.
15. Fleisig GS, Escamilla RF. Biomechanics of the elbow in the throwing athlete. *Oper Tech Sports Med.* 1996;4:62-8.
16. Buckley JP, Kerwin DG. The role of the biceps and triceps brachii during tennis serving. *Ergonomics.* 1988;31:1621-9.
17. Terzis G, Georgiadis G, Vassiliadou E, Manta P. Relationship between shot put performance and triceps brachii fiber type composition and power production. *Eur J Appl Physiol.* 2003;90:10-5.
18. Dietz V, Noth J, Schmidtbleicher D. Interaction between pre-activity and stretch reflex in human triceps brachii during landing from forward falls. *J Physiol.* 1981;311:113-25.
19. Morin JB, Gimenez P, Edouard P, et al. Sprint acceleration mechanics: the major role of hamstrings in horizontal force production. *Front Physiol.* 2015;6:404.
20. Julious SA. Issues with number needed to treat. *Stat Med.* 2005;24(20):3233-5.
21. MacInnis MJ, McGlory C, Gibala MJ, Phillips SM. Investigating human skeletal muscle physiology with unilateral exercise models: when one limb is more powerful than two. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017;42(6):563-70.
22. Scagliusi FB, Lancha Júnior AH. Subnotificação da ingestão energética na avaliação do consumo alimentar. *Rev Nutr.* 2003;16(4):471-81.
23. Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale, N.J., L. Erlbaum Associates. New Jersey, p. 29-35, 1988.

# ANEXO 1

Versão do CopySpider: 3.5

Relatório gerado por: [juliojustino13@gmail.com](mailto:juliojustino13@gmail.com)

Análise no modo: Web/Normal (disponibilidade de 99.17%) em 18:39 s

Idioma da busca: Português

Arquivos	Termos comuns	Semelhança	Agrupamento
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.uniceuna.com.br/aluno/arquivos/manual_TCC_fisioterapia.pdf">www.uniceuna.com.br/aluno/arquivos/manual_TCC_fisioterapia.pdf</a>	106	Baixa	Alto
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.passeidireto.com/arquivo/143363140/maeoetal-2022">www.passeidireto.com/arquivo/143363140/maeoetal-2022</a>	232	Baixa	Moderado
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.passeidireto.com/arquivo/121695706/aplicacao-modalidadesrestricao-cerqueira-2021">www.passeidireto.com/arquivo/121695706/aplicacao-modalidadesrestricao-cerqueira-2021</a>	337	Baixa	Baixo
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.crefsp.gov.br/storage/app/arquivos/87ab0723dce72882727d74bebee0e4f3.pdf">www.crefsp.gov.br/storage/app/arquivos/87ab0723dce72882727d74bebee0e4f3.pdf</a>	233	Baixa	Baixo
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.grsinformatica.com.br/storage/app/arquivos/87ab0723dce72882727d74bebee0e4f3.pdf">www.grsinformatica.com.br/storage/app/arquivos/87ab0723dce72882727d74bebee0e4f3.pdf</a>	233	Baixa	Baixo
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cuidado_condicoes_atencao_primaria_saude.pdf">bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cuidado_condicoes_atencao_primaria_saude.pdf</a>	191	Baixa	Baixo
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.passeidireto.com/arquivo/122624560/acsm-2014-diretrizes-do-acsm-para-os-testes-de-esforco-e-sua-prescricao-9-ed">www.passeidireto.com/arquivo/122624560/acsm-2014-diretrizes-do-acsm-para-os-testes-de-esforco-e-sua-prescricao-9-ed</a>	185	Baixa	Baixo
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.passeidireto.com/arquivo/144520902/diretrizes-do-acm-para-testes-de-esforco-e-sua-prescricao">www.passeidireto.com/arquivo/144520902/diretrizes-do-acm-para-testes-de-esforco-e-sua-prescricao</a>	185	Baixa	Baixo
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://tede.unicentro.br/jspui/bitstream/jspui/2411/2/GABRIEL_RIBEIRO_CORDEIRO.pdf">tede.unicentro.br/jspui/bitstream/jspui/2411/2/GABRIEL_RIBEIRO_CORDEIRO.pdf</a>	179	Baixa	Baixo
TCC - GIULIA.docx X <a href="http://www.passeidireto.com/arquivo/118590987/2011-rodri-go-luiz-carregar">www.passeidireto.com/arquivo/118590987/2011-rodri-go-luiz-carregar</a>	174	Baixa	Baixo

  
 Adriana Lucia Pastore & Silva  
 Fisioterapeuta  
 CRF 11893-5

## CRONOGRAMA DE ATIVIDADES - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Fica estabelecido que serão realizadas 2 (duas) reuniões a cada bimestre, referentes à realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:


Comparação da Resposta Hipertrófica entre o Treinamento Resistido com Máquina versus Peso Livre

Orientador: Adriana Lucia Pastore e Silva


Alunos:

NOME ALUNO	RA	CAMPUS	ASS.
Gabriel L. N. Ferreira	N8870C-5	Paraíso	
Giulia L. Bonometto	G42076-4	Paraíso	
Julio C. Justino	N8867H-0	Paraíso	
Magellam T. Amanuma	G470GG-5	Paraíso	


1º Bimestre:

Data	Ass. Orientador	Ass. Alunos	Atividade Proposta
27/02/25	 Adriana Lucia Pastore e Silva Fisioterapeuta Crefito 3 / 51683-F		Determinação de tema do TCC
27/03/25			Elaboração da introdução


2º Bimestre:

Data	Ass. Orientador	Ass. Aluno	Atividade Proposta
24/04/25	 Adriana Lucia Pastore e Silva Fisioterapeuta Crefito 3 / 51683-F		Construção da metodologia
15/05/25			Formatação do Trabalho

3º Bimestre:

Data	Ass. Orientador	Ass. Aluno	Atividade Proposta
04/09/25	 Adriana Lucia Pastore e Silva Fisioterapeuta Crefito 3 / 51683-F		Análise dos resultados
11/09/25			Planejamento da discussão

4º Bimestre:

Data	Ass. Orientador	Ass. Aluno	Atividade Proposta
02/10/25	 Adriana Lucia Pastore e Silva Fisioterapeuta Crefito 3 / 51683-F		Elaboração da discussão
16/10/25			Discussão geral sobre o trabalho

## TERMO DE COMPROMISSO DO ORIENTADOR

São Paulo, 05 de Novembro de 2025.

Eu, Adriana Lucia Pastore e Silva

\_\_\_\_\_, profissão: Fisioterapeuta, titulação: Doutora em Ciências

\_\_\_\_\_, declaro que o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) dos(as) alunos(as):

NOME ALUNO	RA	CAMPUS	ASS
Gabriel L. N. Ferreira	N8870C-5	Paraíso	
Giulia L. Bonometto	G42076-4	Paraíso	
Julio C. Justino	N8867H-0	Paraíso	
Magellam T. Amanuma	G470GG-5	Paraíso	

Regularmente matriculado(a) no curso de Fisioterapia da Universidade Paulista - UNIP, será por mim orientado, no corrente ano letivo e que estou ciente do cronograma e das regras de elaboração do TCC, comprometendo-me a acompanhar todas as etapas do trabalho sempre que me for previamente solicitado e de acordo com a minha disponibilidade.

  
Adriana Lucia Pastore e Silva  
Fisioterapeuta  
Crefito 3 / 51883-F

Professor-orientador