



**LEONARDO EMMANUEL DE MEDEIROS LIMA**

**PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**TREINAMENTO DE FORÇA COM DIFERENTES VOLUMES DE SÉRIES SOBRE A  
HIPERTROFIA MUSCULAR E FORÇA MÁXIMA APÓS 8 SEMANAS EM HOMENS  
TREINADOS**

**Piracicaba  
2019**

**LEONARDO EMMANUEL DE MEDEIROS LIMA**

**TREINAMENTO DE FORÇA COM DIFERENTES VOLUMES DE SÉRIES SOBRE A  
HIPERTROFIA MUSCULAR E FORÇA MÁXIMA APÓS 8 SEMANAS EM HOMENS  
TREINADOS**

Dissertação apresentada à Banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes

**Piracicaba  
2019**

Agradeço a Deus, minha esposa Camila e aos meus filhos, Vitor e Nicolas, nesta etapa concluída. Ao meu orientador, Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes, pela maestria docente, competência acadêmica e principalmente pela paciência ao longo do processo.

“O conhecimento serve para ajudar as  
pessoas, não para humilhá-las”.

Mario Sérgio Cortella

## RESUMO

**Introdução:** Estudos recentes sugerem uma relação dose-dependente entre o número de séries realizadas nas sessões de treinamento de força (TF) e o aumento crônico da força e hipertrofia muscular. **Objetivo:** Comparar o efeito crônico de TF com diferentes números de séries na força e hipertrofia muscular de homens treinados em força. **Método:** Vinte e sete homens hábeis (idade:  $26,4 \pm 1,4$  anos; estatura:  $174,4 \pm 5$  cm; massa corporal:  $80,0 \pm 8,5$  kg; experiência em TF:  $3,1 \pm 4,2$  anos) foram divididos em 3 grupos, baseado no nível de força no teste de 1RM no agachamento. Os três grupos realizaram um programa de TF com os exercícios, a frequência semanal, os intervalos de recuperação e as intensidades equalizadas. A única diferença entre os grupos foi o número de séries realizadas para cada grupamento muscular na sessão (16 séries [G16], 24 séries [G24] e 32 séries [G32]). Previamente e logo após o período de intervenção foram realizados testes de 1RM no agachamento e no supino; também foi mensurada a espessura muscular (através da ultrassonografia) do bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TR) e vasto lateral (VL). **Resultados:** Ambos os grupos apresentaram incrementos significantes no teste de 1RM no supino reto (G16  $p=0,001$ ; G24  $p=0,0001$  e G32=  $p=0,0001$ ) e no agachamento (G16  $p=0,0001$ ; G24  $p=0,0001$  e G32=  $p=0,0001$ ). Não foram observadas diferenças entre os grupos em 1RM do supino, entretanto, foi observada diferença significativa em 1RM no agachamento no G32 comparado ao G16. Em relação à espessura muscular, os 3 grupos apresentaram incrementos significantes no bíceps braquial ( $p=0,001$ ), tríceps braquial ( $p=0,001$ ) e vasto lateral ( $p=0,001$ ). Foi observado maior espessura muscular do TB e do VL no G32 comparado ao G16. **Conclusão:** O aumento na espessura muscular parece ser mais dependente do número de séries por grupamento muscular do que a força em 1RM. Possivelmente, os resultados observados estão relacionados ao maior incremento na carga total levantada nas sessões nos grupos que realizaram mais séries por grupamento muscular. Por fim, realizar mais séries por grupamento muscular espessura muscular em sujeitos treinados.

Palavras-Chave: força muscular, variáveis de treinamento e espessura muscular.

## ABSTRACT

**Introduction:** Recent studies suggest a dose-dependent relationship between the number of series performed in the strength training (TF) sessions and the chronic increase in strength and muscle hypertrophy. **Objective:** Compare the chronic effect of TF with different numbers of series on strength and muscular hypertrophy of strength trained men. **Method:** Twenty-seven healthy men (age:  $26.4 \pm 1.4$  years, height:  $174.4 \pm 5$  cm, body mass:  $80.0 \pm 8.5$  kg, experience in TF:  $3.1 \pm 4$ , 2 years) were divided into 3 groups, based on the strength level in the 1RM squat test. The three groups performed a TF program with exercises, weekly frequency, recovery intervals and equalized intensities. The only difference between the groups was the number of sets performed for each muscle group in the session (16 series [G16], 24 series [G24] and 32 series [G32]). Before and shortly after the intervention period, 1RM tests were performed in the squatting and bench press; muscular thickness (through ultrasonography) of the brachial biceps (BB), triceps brachii (TR) and vastus lateralis (VL) was also measured. **Results:** Both groups presented significant increases in the 1RM test in the supine rectum (G16  $p = 0.001$ , G24  $p = 0.0001$  and G32 =  $p = 0.0001$ ) and squatting (G16  $p = 0.0001$ , G24  $p = 0.0001$  and G32 =  $p = 0.0001$ ). No differences were observed between groups in 1RM of the bench press, however, a significant difference was observed in 1RM in squatting in G32 compared to G16. Regarding muscle thickness, the 3 groups presented significant increases in the brachial biceps ( $p = 0.001$ ), triceps brachii ( $p = 0.001$ ) and vastus lateralis ( $p = 0.001$ ). Greater muscle thickness of TB and VL was observed in G32 compared to G16. **Conclusion:** The increase in muscle thickness seems to be more dependent on the number of sets per muscle group than the strength in 1RM. Possibly, the observed results are related to the greater increment in the total load raised in the sessions of the groups that performed more series by muscular grouping. Finally, performing more sets by muscle grouping favors muscle thickness in trained subjects.

Key words: muscle strength, training variables, and muscle thickness.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do desenho experimental. ....	11
Figura 2. Protocolos de treinamento e distribuição semanal. ....	13
Figura 3. Supino reto (a) posição inicial e (b) posição final. ....	15
Figura 4. Meio agachamento (a) posição inicial (b) posição intermediária. ....	16
Figura 5. Definições do segmento braço (a) 60% do comprimento; (b) região de análise flexores do cotovelo e (c) região de análise tríceps braquial. ....	17
Figura 6. Definição no segmento coxa (a) 50% do comprimento; (b) região de análise vasto lateral. ....	17
Figura 7. Exemplo da análise da espessura muscular do vasto lateral no momento pré (à esquerda) e pós (à direita) intervenção. ....	18
Figura 8. Figura 8. Gráfico scatterplot com a média (linha cinza escura) da diferença absoluta da espessura muscular (EM) após 8 semanas e momento pré intervenção. ....	24
Figura 9. Diferenças entre grupos das variáveis força máxima no supino (1RM supino), agachamento (1RM agachamento), espessura muscular (EM) do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral. ....	26
Figura 10. Carga total levantada - CTL (A) e delta percentual da semana 8 – semana 1 dos grupos G16 (barra branca), G24 (barra cinza) e G32 (barra preta) durante as 8 semanas do estudo. Os círculos brancos do gráfico B demonstra a a variabilidade de respostas da amostra entre os grupos. ....	26
Figura 11. Coeficiente de correlação de Pearson r (com 95% de intervalo de confiança) entre a carga total levantada (CTL – círculos pretos) durante as 8 semanas do estudo com o delta ( $\Delta$ ) de diferença absoluta do momento pós 8 semanas menos o momento pré nas variáveis força máxima no supino (1RM supino), agachamento (1RM agachamento), espessura muscular (EM) do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral. ....	27

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características dos sujeitos do estudo. ....	21
Tabela 2. Estimativa da ingesta de macronutrientes dos grupos G16, G24 e G32 durante o estudo. ....	21
Tabela 3. Comportamento da força máxima nos exercícios supino e agachamento durante o momento pré e pós 8 semanas de intervenção. ....	22
Tabela 4. Comportamento da espessura muscular do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral durante o momento pré e pós 8 semanas de intervenção para G16, G24 e G32. ....	23



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

kg – Quilogramas

% - Percentual

± - mais ou menos

cm – centímetros

mm – milímetros

u.a. – unidades arbitrárias

< - Menor

> - Maior

\* - Asterisco

# - *Hashtag*

P – Significância

Δ% - Delta percentual

kgf – quilograma força

TF – Treinamento de força

CTL – Carga Total Levantada

ACSM – *American College of Sports Medicine*

1RM – Teste de uma repetição máxima

CVMI – Contração voluntária máxima isométrica

AST – Área de secção transversa

TE – Tamanho do efeito

IC – Intervalo de confiança

DXA – Densitometria por emissão de raios-X de dupla energia

PAR-Q – *Physical Activity Readiness Questionnaire*

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

RIR – *Repetitions in Reserve*

PSE – Percepção subjetiva de esforço

NSCA – *National Strength and Conditioning Association*

CCI – Coeficiente de correlação intraclasse

CV – Coeficiente de variação

ETM – Erro típico da medida

DP – Desvio padrão

ANOVA – Análise de variância

MBI - Análise da inferência baseada na magnitude

MMSS – Membros superiores

MMII – Membros inferiores

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. Objetivo geral.....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
3. HIPÓTESE INICIAL .....	7
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	8
4.1. Critérios de inclusão .....	8
4.2. Recrutamento e adesão ao termo de consentimento livre .....	9
4.3. Procedimentos.....	9
4.4. Desenho experimental .....	11
4.5. Intervenção .....	12
4.6. Inquérito nutricional.....	14
4.7. Descrição das avaliações .....	14
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
6. RESULTADOS .....	21
7. DISCUSSÃO .....	28
8. APLICAÇÃO PRÁTICA.....	36
9. CONCLUSÃO .....	37
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS .....	51
APÊNDICES .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é uma das principais maneiras utilizadas para o ganho da força muscular e hipertrofia muscular (FIGUEIREDO ET AL. 2018). Neste sentido, o TF traz uma série de adaptações crônicas relacionadas a melhora do desempenho esportivo e menor risco de doenças associadas à mortalidade e morbidade ao praticante que apresenta uma rotina regular e orientada no âmbito individual aplicado ao treinamento (YOU ET AL. 2013, IBAÑEZ ET AL. 2005, BROOKS ET AL. 2006, HARGERMAN ET AL. 2000). Uma das adaptações morfológicas do músculo esquelético induzido pelo TF é a hipertrofia muscular. A hipertrofia muscular é definida como uma adaptação morfológica, caracterizada por um aumento na área em corte transversal das fibras, decorrente do balanço positivo na razão síntese/degradação proteica (BASSEL E OLSON 2008, CAMPOS ET AL. 2000, CHARGE 2004).

Segundo Figueiredo et al. (2018), as adaptações promovidas através do TF estão fortemente associadas às variáveis de treinamento aplicadas dentro do planejamento para elaborações de sessões de TF. As variáveis que devem ser manipuladas são: intensidade, pausa entre séries e exercícios, velocidade de execução, ordem dos exercícios, tipo de exercício, frequência semanal e volume.

O aumento do volume de treinamento em uma sessão de TF pode ser alcançado por meio do aumento do número de repetições, aumento do número de séries, adição de exercícios, aumento da frequência semanal, ou quando todos estes forem mantidos constantes e a carga total levantada for aumentada. Logo, um dos componentes que podemos modificar para alcançar adaptações morfológicas almejadas, de acordo com a direção de carga, é o número de séries por grupamento muscular em uma sessão ou semana de TF.

O volume relativo refere-se ao produto das séries e repetições (expressa por meio do número total de repetições). O volume absoluto (carga total levantada) leva em consideração a intensidade utilizada, referindo-se ao produto das séries, às repetições e à carga utilizada (expressa em quilogramas, quilogramas força ou newtons) (ZATSIORSKY, V.M. e KRAEMER, 2008; TAN, B.,1993; ZOURDOS, M.C., et al., 2015). Estudos em que o volume total é equalizado (séries X repetições x carga) as respostas na hipertrofia muscular são semelhantes, independentemente das variáveis, como intervalo de descanso entre séries, escolha de exercício e

ordem, intensidade, frequência de treinamento e técnicas avançadas (SCHOENFELD et al. 2014; FIGUEIREDO, SALLES, TRAJANO, 2017). Neste sentido, o volume de treinamento, comumente definido como séries x repetições x carga, é provável que maiores ganhos na hipertrofia muscular possuam uma relação com o aumento no volume de TF (SCHOENFELD et al., 2016).

Os estudos originais e de revisão nesta área, ao investigar sujeitos treinados, apresentam uma superioridade dos resultados obtidos com alto volume sobre as adaptações neuromusculares, tanto nos membros inferiores, como nos membros superiores (RHEA et al., 2002; RHEA et al., 2003; KEMMLER et al., 2004; KRIEGER, 2010; GARBER et al., 2011; MARSHALL et al., 2011).

Baz-Valle et al. (2018), em revisão sistemática, apresentam que o número total de séries por grupamento muscular realizado até a falha concêntrica, ou próximo da falha máxima (volitiva) e quando a zona de repetições está entre 6 e 20 +, parece ser uma estratégia fácil e confiável para quantificar volume de treinamento quando todas as outras variáveis são mantidas constantes, em indivíduos treinados que almejam hipertrofia muscular.

Schoenfeld e Grigc (2017) forneceram diretrizes sobre a manipulação do volume de treinamento com objetivos de adaptações musculares sobre a força e hipertrofia muscular. Os autores afirmam que o volume de treinamento é uma das variáveis que mais têm chamado atenção sobre sua relação com a hipertrofia muscular e a manipulação do número de séries é a maneira mais comum de alterar o volume de treinamento. O ACSM (2009) recomenda que indivíduos iniciantes realizem 1 a 3 séries por exercício de 8 a 12 repetições com uma carga moderada (70-85% 1RM), enquanto indivíduos avançados devem realizar 3 a 6 séries por exercício de 1-12 repetições com uma faixa de carga de 70-100% 1RM. No entanto, Fischer et al. (2011) descrevem que as mesmas adaptações de força e resistência muscular possam ser obtidas através da realização de uma única série de 8-12 repetições com falha concêntrica.

As controvérsias apresentadas na literatura sobre os volumes de séries na relação com a força muscular e hipertrofia muscular são reforçadas em recente metanálise apresentada por Schoenfeld e colaboradores (2016), em que alguns estudos demonstram que altos volumes apresentam adaptações significativamente maiores (CORREA et al., 2015; RADAELLI, BOTTON, et al., 2014; RADAELLI, FLECK, et al., 2014; RONNESTAD et al., 2007; SOONESTE,

TANIMOTO, KAKIGI, SAGA & KATAMOTO, 2013; STARKEY et al., 1996) e outros não atribuem mudanças significativas para condições de altos volumes (BOTTARO, VELOSO, WAGNER, & GENTIL, 2011; CANNON & MARINO, 2010; GALVÃO & TAAFLE, 2005; MCBRIDE, BLAAK, & TRIPLETT-MCBRIDE, 2003; MICHELL et al., 2012; OSTROWSKI, WILSON, WEATHERBY, MURPHY, & LITTLE, 1997; RADAELLI, WILHELM, et al., 2014; RHEA, ALVAR, BALL, & BURKETT, 2002; RIBEIRO et al., 2015).

A metanálise conduzida por Krieger (2009) demonstrou 46% maior tamanho de efeito no ganho de força em estudos que utilizaram séries múltiplas em comparação com aqueles empregando séries únicas. Em outro estudo, o mesmo autor apresentou 40% maior tamanho de efeito na hipertrofia muscular, quando utilizaram séries múltiplas em comparação com séries únicas (KRIEGER, 2010). Tal estudo colabora com Rhea et al. (2003), em metanálise de 140 estudos, apontou que quatro séries por grupamento muscular os ganhos máximos em força são otimizados em treinados e indivíduos destreinados. Rhea et al (2002), em metanálise anterior, já demonstravam que três séries seria mais eficiente nos ganhos de força na comparação de única série.

Em metanálise de Peterson et al. (2004) foi investigado o volume de séries por grupamento muscular praticado por atletas sobre a força muscular durante cada sessão de TF. Os achados apresentados apontam que atletas treinam em média 8 séries por grupamento muscular por sessão de treinamento. Em metanálise de Rhea et al. (2002) foi investigado o volume de séries por grupamento muscular para não atletas sobre a força muscular e o resultado apresentado foi de 4 séries por grupamento muscular para maximizar os ganhos de força. Diante das metanálises apresentadas por Peterson et al. (2004) e Rhea et al. (2002), parece existir uma diferença no volume de treinamento entre atletas e não atletas, de tal forma que os atletas necessitam de maior volume de treinamento para o máximo desenvolvimento de força.

Peterson et al. (2005) apresentaram uma relação entre estado de treinamento e aumento da força na relação com número de séries por grupamento muscular por sessão de treinamento. Para indivíduos destreinados, o sugerido foi de 4 séries por grupamento muscular. Sujeitos treinados recreacionalmente exibem ganhos máximos de força com um volume de 4 séries por grupo muscular. Em atletas,

ganhos máximos de força com um volume de 8 séries por grupo muscular por sessão.

Sobre a hipertrofia muscular, Krieger (2010) comparou 8 estudos que analisaram série única e séries múltiplas. Tal investigação demonstrou que uma série foi suficiente para hipertrofia muscular na comparação com séries múltiplas, o tamanho do efeito foi moderado, no entanto mostra uma tendência favorável que 2-3 séries e 4-6 séries por exercício estão associadas a um maior tamanho de efeito versus 1 série. Algumas limitações são pertinentes ao estudo, baixo número de estudos incluídos na análise, principalmente com sujeitos treinados, e apenas 3 com medidas específicas do músculo com técnicas de imagem como ressonância magnética e ultrassom. Além disso, os autores analisaram apenas o impacto do número de séries por sessão no crescimento muscular e não semanal por grupo muscular.

Schoenfeld et al. (2016) em metanálise propuseram investigar volume de séries por grupamento muscular semanal sobre a hipertrofia muscular. Como critério de seleção de artigos foram apenas selecionados os artigos com medidas diretas para análise da hipertrofia muscular, por meio de ressonância magnética e ultrassonografia. Um total de 15 estudos foram analisados, sendo que apenas 3 estudos foram conduzidos em sujeitos treinados. Desses 3 estudos, 2 utilizaram ultrassom (OSTROWSKI et al. 1997; RADAELLI, FLECK, et al. 2014) e 1 estudo (RHEA et al. 2002) utilizou pletismografia (BodPod). Os resultados apresentados favoreceram um maior volume de séries por grupamento muscular para hipertrofia muscular, em <5, 5-9 e 10 + séries por semana/grupo muscular, com aumentos graduais observados nos ganhos percentuais (5,4%, 6,6% e 9,8%, respectivamente). Para cada série adicional foi associado um aumento no tamanho do efeito (TE) de 0,023 correspondendo a um aumento no ganho percentual em 0,37% sobre a hipertrofia muscular. Há, portanto, uma escassez de observações a respeito do volume de séries por grupamento muscular com amostras bem treinadas e experientes. Este é o argumento relevante para a realização do presente estudo, isto é, submeter sujeitos experientes e com altos níveis de força a diferentes volumes de séries por grupamento muscular por semana pode fornecer substanciais conhecimentos sobre os efeitos nas respostas neuromusculares. Adicionalmente até o presente momento, para o conhecimento do autor, não existem estudos que tenham investigado o volume prévio de séries realizado por sujeitos altamente

treinados em força. Visto que esta informação é relevante nos resultados que podem aparecer após períodos de intervenção utilizando diferentes volumes de séries por grupamento muscular.

Um segundo argumento para o presente trabalho, é que mesmo já tendo sido descrito a importância do incremento do volume nas respostas neuromusculares e na hipertrofia muscular, ainda são raros estudos publicados com quantificações do inquérito nutricional antes e após o período de intervenção,

O atual corpo de evidências científicas ainda não conseguiu identificar o volume ideal de número de séries semanais por grupamento muscular que sejam otimizados os aumentos em força e hipertrofia muscular. O total do número de séries por grupamento muscular parece ser uma estratégia fácil e confiável para quantificar volume de TF em indivíduos treinados em força. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar o efeito crônico de diferentes volumes de séries na relação do ganho em força e hipertrofia muscular em homens treinados, utilizando avaliação por imagem para espessura muscular. A aquisição de tal informação é altamente relevante para a compreensão do volume de treinamento diante da manipulação de diferentes volumes de séries em sujeitos treinados para a força e hipertrofia muscular.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Comparar os efeitos crônicos de 8 semanas de diferentes volumes de séries, 16, 24 e 32 nas respostas neuromusculares e morfológicas em sujeitos treinados em força.

### **2.2. Objetivos específicos**

- I. Comparar os efeitos de diferentes volumes de TF nos momentos pré e pós-intervenção para as seguintes variáveis dependentes:
  - Na força muscular dinâmica em membros superiores e inferiores.
  - Espessura muscular do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral.

### **3. HIPÓTESE**

A hipótese é de que os três grupos experimentais teriam ganhos substanciais no teste de 1RM e na espessura muscular de todos os músculos avaliados.

Quanto à espessura muscular, a hipótese é que os grupos apresentassem incrementos após período de intervenção e que essa adaptação seria maior no grupo 32 séries em comparação aos grupos 16 séries e 24 séries semanais por grupamento muscular. Em adição, que o grupo 24 séries apresentariam maiores magnitudes em comparação ao grupo 16 séries.

Em relação à carga total levantada (CTL), espera-se uma evolução com o decorrer das oito semanas nos três grupos experimentais, com uma CTL semanal e total significativamente maior no grupo 32 séries, em comparação ao grupo 16 séries e 24 séries. Em adição, que o grupo 24 séries apresentariam maiores magnitudes em comparação ao grupo 16 séries

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental e longitudinal (THOMAS, NELSON e SILVERMAN, 2012). Todos os procedimentos foram realizados em academia de São Paulo/SP, Casa Verde.

O cálculo do tamanho amostral foi determinado utilizando como variável dependente a espessura muscular (randomização pela espessura) do vasto lateral advinda de estudo piloto previamente realizado com indivíduos que possuíam as mesmas características das que foram empregadas no presente estudo. O cálculo foi baseado em significância de 5% e um poder do teste de 80% (ENG, 2003), o que resultou em um N mínimo de nove sujeitos considerando o teste t dependente para diferença entre as médias pré e pós-intervenção. O cálculo foi realizado no software GPower (versão 3.1.3). A casuística foi composta por 27 indivíduos hígidos do sexo masculino (idade 18 a 35 anos), com experiência de mais de 2 anos em TF. Todos os sujeitos eram treinados em força, isto é, praticavam TF sistematicamente (pelo menos três sessões por semana) há pelo menos um ano (SCHOENFELD et al., 2016b). Todos os sujeitos foram recrutados na cidade de São Paulo – São Paulo.

### 4.1. Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão que foram adotados: (I) responder negativamente a todas as perguntas contidas no Questionário de Prontidão para Atividade Física ([*Physical Activity Readiness Questionnaire – PAR-Q*] ANDREAZZI et al., 2016); (II) praticar treinamento de força há pelo menos 1 ano com uma frequência semanal de pelo menos 3 sessões; (III) possuir experiência na execução dos exercícios utilizados no estudo, isto é, realizá-los pelo menos uma vez por semana nos últimos 12 meses; (IV) ser capaz de executar o teste de 1RM com uma carga externa equivalente à própria massa corporal total no exercício supino reto e 1,25 vezes à própria massa corporal total no exercício meio-agachamento (ZOURDOS et al., 2016a); (V) não ter passado por qualquer cirurgia prévia em membros superiores,

inferiores e tronco; (VI) não possuir qualquer acometimento osteomioarticular em membros superiores, inferiores e tronco que pudesse comprometer a execução dos exercícios selecionados; (VII) não consumir qualquer suplemento nutricional ou recurso ergogênico ao longo do experimento; (VIII) não ter feito uso de esteroides anabolizantes.

#### **4.2. Recrutamento e adesão ao termo de consentimento livre**

Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais por meio de uma reunião, na qual todos os pormenores foram esclarecidos, todos os objetivos foram detalhados, assim como a metodologia, os benefícios relacionados ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, APÊNDICE I), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (Parecer: 1.749.141). A metodologia proposta foi formulada respeitando as resoluções 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Quando necessário, os procedimentos foram imediatamente interrompidos diante de qualquer relato ou observação de movimento fora do padrão normal do voluntário. Caso qualquer voluntário tivesse algum eventual desconforto provocado pelos procedimentos utilizados pelo presente estudo, o mesmo seria imediatamente encaminhado ao Hospital das Clínicas de SP.

#### **4.3. Procedimentos**

O estudo teve duração total de 11 semanas, sendo que a 1ª semana foi destinada à familiarização dos voluntários; 2ª semana – avaliações pré-intervenção; 3ª-10ª semana – período de intervenção e na 11ª semana – avaliações finais pós-intervenção. No período de familiarização, os sujeitos se apresentaram no local em que o estudo foi conduzido, em 2 sessões de coleta de dados, com intervalo de 72 horas. Todos os voluntários foram instruídos a não realizarem exercícios físicos 48h antes da primeira coleta e em nenhum outro momento dentro do período de participação no estudo, exceto atividades de vida diária. Na primeira sessão foi aplicado o questionário PAR-Q (ANEXO I) e obtidos dados pessoais (idade, tempo de prática e assiduidade ao TF, experiência com os exercícios utilizados no estudo e

volume de séries por grupo muscular por semana através de questionário realizado pelo pesquisador.

Em seguida, foram coletados dados antropométricos (massa corporal total, estatura, distância biacromial e distância entre os pés proporcional a largura do quadril). A massa corporal e a estatura dos sujeitos foram medidas com balança digital Oxer®, Extrema, MG, Brasil) e estadiômetro portátil (Seca®, Forquilha, SC, Brasil) respectivamente. Ainda na primeira sessão, os sujeitos foram familiarizados com o teste de 1RM nos exercícios supino reto e meio-agachamento.

A sequência utilizada para realização dos testes 1RM supino reto; 1RM meio-agachamento. A pausa empregada entre os testes foi de 10 minutos. Tanto a sequência quanto o tempo de pausa adotados na familiarização mantiveram-se os mesmos nas coletas pré e pós-período de treinamento. A segunda sessão objetivou familiarizar os sujeitos com os exercícios utilizados no estudo e estimar a sobrecarga externa para a realização de dez repetições máximas (RM) em cada exercício. Ainda, a sessão possibilitou familiarizar os voluntários com as padronizações pré-estabelecidas para a execução dos exercícios: posicionamento, cadência e amplitude de movimento, sendo estas separadas por um intervalo de 72 horas. Entre 6-7 dias após a segunda sessão de familiarização, foram realizadas as avaliações pré-intervenção.

As avaliações foram conduzidas em dia único e seguiram a seguinte ordem: análise da espessura muscular por meio de ultrassonografia, testes de 1RM (mesma sequência e intervalos utilizados na familiarização). Todos os testes foram realizados novamente na avaliação pós-intervenção e seguiram a mesma sequência utilizada na avaliação pré-intervenção. Os testes pós-intervenção foram conduzidos aproximadamente 4 dias após a última sessão de TF.

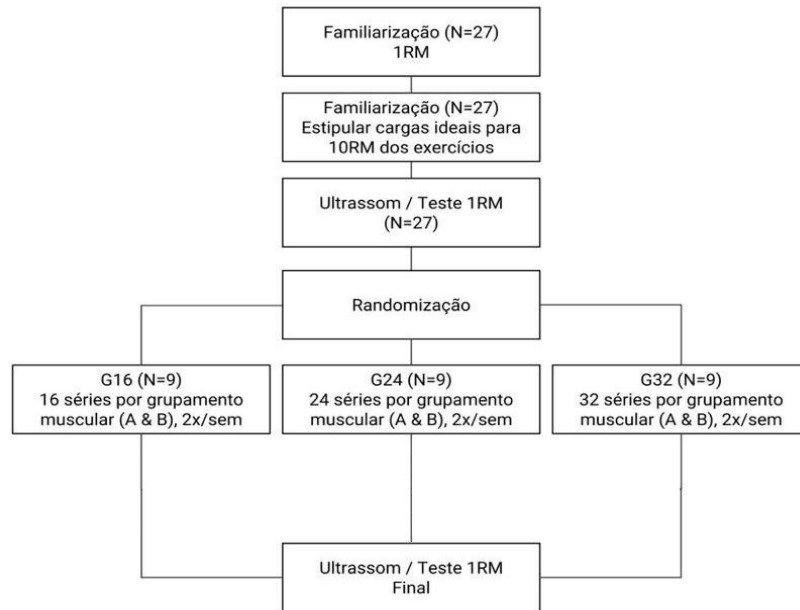


Figura 1. Fluxograma do desenho experimental.

#### 4.4. Desenho experimental

A casuística foi composta por 27 indivíduos hígidos do sexo masculino (idade 18 a 35 anos), com experiência de mais de 2 anos em TF. Os voluntários foram pareados de acordo com os níveis basais de força máxima e então alocados de maneira aleatorizada em um dos grupos experimentais, em três grupos, grupo G16 (16 séries). Treino A – supino reto, crucifixo com halteres, tríceps na polia, meio-agachamento e cadeira extensora; Treino B – puxada frente, crucifixo invertido, rosca simultânea com halteres e cadeira flexora (Figura 2). Sendo fracionado em duas sessões em 8 séries para cada sessão ao longo da semana, grupo G24 (24 séries). Treino A – supino reto, crucifixo com halteres, tríceps na polia, meio-agachamento e cadeira extensora; Treino B – puxada frente, crucifixo invertido, rosca simultânea com halteres e cadeira flexora. Sendo fracionado em duas sessões em 12 séries para cada sessão ao longo da semana e grupo G32 (32 séries). Treino A – supino reto, crucifixo com halteres, tríceps na polia, meio-agachamento e cadeira extensora; Treino B – puxada frente, crucifixo invertido, rosca simultânea com halteres e cadeira flexora. Sendo fracionado em duas sessões em 16 séries para cada sessão ao longo da semana. Todas as demais variáveis se mantiveram constantes: intervalo entre as séries, exercícios, volume (número de exercícios) e intensidades (10 RM concêntrica).

Os testes foram realizados pré e pós-intervenção, onde se avaliou 1RM dos exercícios supino reto, agachamento. Também foram coletadas espessuras musculares por meio de ultrassonografia por imagem dos músculos tríceps braquial, bíceps braquial e vasto lateral (pré-intervenção e pós-intervenção e avaliação de composição corporal, além da coleta diária do volume.

#### **4.5. Intervenção**

O número de séries para cada grupamento muscular não foi equalizado entre os grupos experimentais: 16 séries semanais por grupo muscular distribuídas em exercícios multiarticulares (8 séries) e isolados/monoarticulares (8 séries), 24 séries semanais por grupo muscular distribuídas em exercícios multiarticulares (12 séries) e isolados/monoarticulares (12 séries), 32 séries semanais por grupo muscular distribuídas em exercícios multiarticulares (16 séries) e isolados/monoarticulares (16 séries). Apenas exercícios isolados foram utilizados para treinar os músculos isquiotibiais. Cada série foi executada dentro de uma margem de 8-10RM e a carga externa foi ajustada quando necessário para garantir que os sujeitos alcançassem a falha muscular concêntrica dentro da margem de repetições proposta (8-10RM). Sempre que necessário, ocorreu ajuste da carga externa realizada objetivando a execução de 10RM, independentemente de a última série ter sido completada com um número de repetições abaixo (exemplo, 7RM) ou acima (exemplo, 11RM) da margem proposta.

O tempo de pausa passiva utilizado foi de 60 segundos entre séries e 120 segundos entre exercícios (DE SALLES et al., 2009; WILLARDSON, 2006; WILLARDSON, 2008).

A escala *RIR* (do inglês, *Repetitions in Reserve*) (ZOURDOS et al., 2016a) foi aplicada com objetivo de validar a falha concêntrica máxima dentro no número de repetições proposta em estudo (8-10RM).

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
G16	<b>Treino A</b> - supino reto (4 x 8-10RM), crucifixo com halteres (4 x 8-10RM), tríceps na polia (4 x 8-10RM), meio-agachamento (4 x 8-10RM) e cadeira extensora (4 x 8-10RM)	<b>Treino B</b> - puxada pulley frente (4 x 8-10RM), crucifixo invertido (4 x 8-10RM), rosca simultânea com halteres (4 x 8-10RM) e cadeira flexora (8 x 8-10RM)		<b>Treino A</b> - supino reto (4 x 8-10RM), crucifixo com halteres (4 x 8-10RM), tríceps na polia (4 x 8-10RM), meio-agachamento (4 x 8-10RM) e cadeira extensora (4 x 8-10RM)	<b>Treino B</b> - puxada pulley frente (4 x 8-10RM), crucifixo invertido (4 x 8-10RM), rosca simultânea com halteres (4 x 8-10RM) e cadeira flexora (8 x 8-10RM)
G24	<b>Treino A</b> - supino reto (6 x 8-10RM), crucifixo com halteres (6 x 8-10RM), tríceps na polia (6 x 8-10RM), meio-agachamento (6 x 8-10RM) e cadeira extensora (6 x 8-10RM)	<b>Treino B</b> - puxada pulley frente (6 x 8-10RM), crucifixo invertido (6 x 8-10RM), rosca simultânea com halteres (6 x 8-10RM) e cadeira flexora (12 x 8-10RM)		<b>Treino A</b> - supino reto (6 x 8-10RM), crucifixo com halteres (6 x 8-10RM), tríceps na polia (6 x 8-10RM), meio-agachamento (6 x 8-10RM) e cadeira extensora (6 x 8-10RM)	<b>Treino B</b> - puxada pulley frente (6 x 8-10RM), crucifixo invertido (6 x 8-10RM), rosca simultânea com halteres (6 x 8-10RM) e cadeira flexora (12 x 8-10RM)
G32	<b>Treino A</b> - supino reto (8 x 8-10RM), crucifixo com halteres (8 x 8-10RM), tríceps na polia (8 x 8-10RM), meio-agachamento (8 x 8-10RM) e cadeira extensora (16 x 8-10RM)	<b>Treino B</b> - puxada pulley frente (8 x 8-10RM), crucifixo invertido (8 x 8-10RM), rosca simultânea com halteres (8 x 8-10RM) e cadeira flexora (16 x 8-10RM)		<b>Treino A</b> - supino reto (8 x 8-10RM), crucifixo com halteres (8 x 8-10RM), tríceps na polia (8 x 8-10RM), meio-agachamento (8 x 8-10RM) e cadeira extensora (16 x 8-10RM)	<b>Treino B</b> - puxada pulley frente (8 x 8-10RM), crucifixo invertido (8 x 8-10RM), rosca simultânea com halteres (8 x 8-10RM) e cadeira flexora (16 x 8-10RM)

RM = repetições máximas

Figura 2. Protocolos de treinamento e distribuição semanal.

As cargas iniciais para cada exercício foram estabelecidas tendo como base a sessão de familiarização em que os sujeitos estimaram suas cargas de 10RM. Os voluntários foram instruídos a executar todos os exercícios em cadência de aproximadamente 1,5 segundos tanto na ação concêntrica quanto na excêntrica. Além disso, foram realizados exercícios na sessão de familiarização utilizando cadência definida por um metrônomo a 40bpm. O metrônomo não foi utilizado nas sessões de TF.

A amplitude de movimento foi visualmente supervisionada pelo pesquisador. Quanto à padronização dos exercícios, uma empunhadura referente a 200% da distância biacromial foi adotada para o supino reto e puxada pulley (MARCHETTI et al., 2010a; MARCHETTI et al., 2010b). Todos as sessões de TF foram acompanhadas pelo mesmo pesquisador. O período do dia em que os treinamentos foram realizados foi de acordo com a disponibilidade dos participantes, ou seja, alguns voluntários treinaram no período da manhã, outros no período da tarde e outros no período da noite, se mantendo os mesmos até o final do estudo. A carga total levantada (CTL: calculada pelo produto do número de séries, repetições e carga externa utilizada em cada exercício [kg]) foi anotada e calculada em todas as sessões de treinamento. Foi calculada a CTL total (soma das 8 semanas de intervenção); CTL total do treino A e do treino B; CTL de cada semana (soma de todas as sessões de treinamento da semana. Os dados são expressos em kgf (quilograma força).



#### 4.6. Inquérito nutricional

A fim de evitar um potencial viés relacionado com a dieta alimentar, os sujeitos foram aconselhados a manter o seu regime nutricional habitual, evitando apenas o uso de qualquer suplemento alimentar. Adicionalmente, foram instruídos a preencher nas semanas 1, 4 e 8 um recordatório alimentar de 24 horas utilizado para estimativa da quantidade consumida semanalmente de calorias e macronutrientes. O recordatório foi preenchido em dois dias não consecutivos da semana e em um dia do final de semana.

Os voluntários foram orientados a registrar em detalhes: horário, tipo e quantidade de alimentos consumidos. A quantidade de alimentos foi registrada em unidades de medida utilizadas na culinária (colheres, copos e xícaras) e convertida em gramas. A estimativa do consumo energético (macronutrientes) foi analisada através do *software* NutriWin (UNIFESP, São Paulo, Brasil). Os valores selecionados para análise foram: média semanal do consumo estimado de quilocalorias (kcal Total) e do percentual de proteínas, carboidratos e lipídios. Todos os sujeitos foram orientados a não se apresentar para as sessões de treinamento em jejum.

#### 4.7. Descrição das avaliações

**Teste de uma repetição máxima:** para determinação da força máxima, o teste de 1RM foi realizado nos exercícios supino reto e meio-agachamento (Movement®, Pompeia, SP, Brasil). Os procedimentos que foram realizados na condução do teste seguiram as diretrizes estabelecidas pela *NSCA – National Strength and Conditioning Association* (BAECHLE e EARLE, 2008). Previamente, os sujeitos realizaram um aquecimento geral que consistiu em pedalar por 5 minutos em cicloergômetro (Schwinne®, AC Sport) com velocidade entre 60 e 70rpm e carga de 50w.

Em seguida, um aquecimento específico no exercício testado foi realizado utilizando a seguinte sequência: 5 repetições com carga referente a 50% do valor estimado pelo próprio voluntário para 1RM; 3 repetições com carga referente a 60% do 1RM estimado; 2 repetições com carga referente a 80% do 1RM estimado. Após

3 minutos de intervalo, os voluntários foram orientados a realizar uma única repetição máxima, ou seja, não conseguir executar duas repetições completas com a carga utilizada. A carga externa foi ajustada entre 5-10% nas tentativas subsequentes até que a sobrecarga máxima para 1RM fosse encontrada. Os voluntários realizaram um máximo de cinco tentativas para cada exercício. O intervalo utilizado foi de 5 minutos entre tentativas e 10 minutos entre exercícios. Para a execução do supino reto, os sujeitos foram instruídos a permanecer em uma posição de contato do corpo em cinco pontos (cabeça, costas, quadril [em contato com o banco], pés direito e esquerdo [em contato com o solo]) durante a execução do exercício. Foi adotada uma empunhadura de 200% da distância biacromial (MARCHETTI et al., 2010a). Para caracterizar uma repetição completa, o voluntário deveria partir de uma posição inicial com os cotovelos estendidos, descer a barra controladamente até que a mesma encostasse no peitoral e então retornar à posição inicial com os cotovelos estendidos (Figura 3).



Figura 3. Supino reto (a) posição inicial e (b) posição final.

Os sujeitos realizaram o exercício meio-agachamento com a amplitude do movimento limitada pelo momento em que a coxa atingisse a posição paralela ao solo. A barra foi posicionada por trás e sobre os ombros (MARCHETTI et al., 2016). A distância entre membros inferiores foi proporcional à largura do quadril, a qual foi determinada através de avaliação visual. Após o posicionamento dos pés no solo, o local foi demarcado para garantir que os sujeitos posicionassem seus pés utilizando a mesma distância em todas as tentativas. O valor dessa distância foi mensurado e

anotado com a finalidade de garantir que tanto nos treinamentos quanto nas avaliações pós-intervenção os sujeitos viessem a executar o meio-agachamento nos mesmos padrões de posicionamento dos membros inferiores (Figura 4).



Figura 4. Meio agachamento (a) posição inicial (b) posição intermediária.

Não foram permitidas paradas na execução do movimento entre as fases excêntrica e concêntrica e foram consideradas válidas somente as tentativas em que a correta execução dos exercícios foi realizada. Para minimizar erros nos testes, as seguintes estratégias foram adotadas: (I) os sujeitos receberam informações técnicas adequadas de cada exercício antes dos testes; (II) a execução de cada exercício foi monitorada e corrigida quando necessário; (III) os sujeitos foram encorajados verbalmente durante os testes. Todos os testes foram acompanhados pelo mesmo pesquisador.

**Avaliação da Espessura Muscular:** A ultrassonografia foi utilizada para mensuração da espessura muscular. O mesmo pesquisador, treinado em exames de imagem, realizou todas as avaliações utilizando B-mode (Bodymetrix pro System®, Intelametrix Inc., Livermore, Calif., USA). A coleta dos dados seguiu os seguintes procedimentos: (I) aplicação do gel de transmissão solúvel em água em cada região de análise; (II) posicionamento da sonda perpendicular ao sentido das fibras musculares, sem que tenha ocorrido depressão da pele. (III) as dimensões da espessura muscular são obtidas através da mensuração da distância entre a

interface tecido adiposo subcutâneo/músculo e a interface músculo/osso, de acordo com o protocolo utilizado por Abe et al. (2000). As medidas foram realizadas no lado direito do corpo em três locais: músculos tríceps braquial, bíceps braquial e vasto lateral, o local de medição seguiu a metodologia utilizada por Schoenfeld et al. (2015). Para o tríceps braquial e bíceps braquial, as medições foram obtidas seguindo a linha média entre o epicôndilo lateral do úmero e o acrômio da escápula, sendo avaliado a 60% da distância total do segmento, baseado no ponto mais distal (Figura 8). Para o vasto lateral, a linha média entre o côndilo lateral do fêmur e o trocânter maior foi a referência, no local que corresponde a 50% dessa linha (Figura 9).



Figura 5. Definições do segmento braço (a) 60% do comprimento; (b) região de análise flexores do cotovelo e (c) região de análise tríceps braquial.



Figura 6. Definição no segmento coxa (a) 50% do comprimento; (b) região de análise vasto lateral.

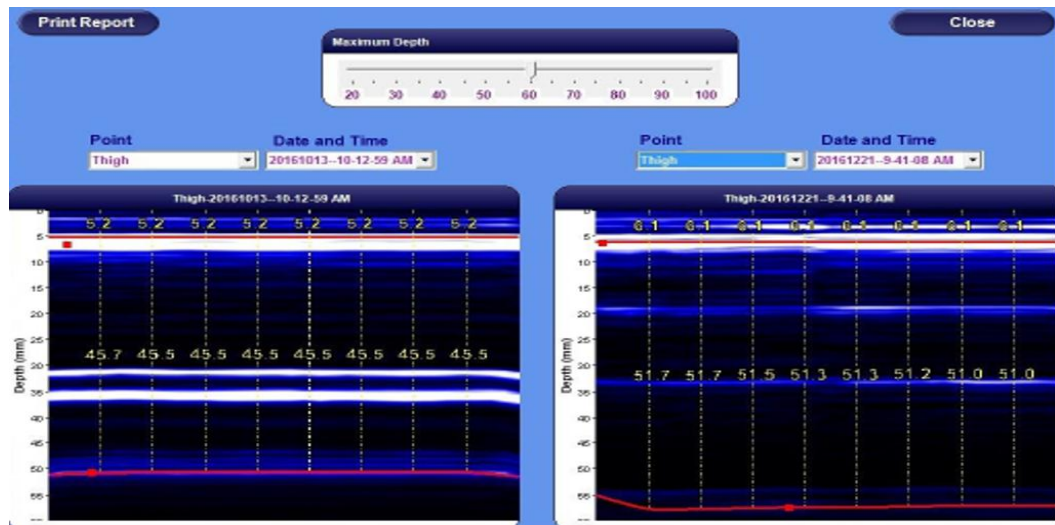


Figura 7. Exemplo da análise da espessura muscular do vasto lateral no momento pré (à esquerda) e pós (à direita) intervenção.

## 5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram primeiramente transformados em logaritmo natural (ln) para reduzir o viés decorrente do erro de não uniformidade, além de aumentar a aproximação com a distribuição Gaussiana. Em seguida, a normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificados pelo teste Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) por medidas repetidas 3 x 2 com interação dos fatores grupo (G16 vs G24 vs G32) e momentos (pré e pós 8 semanas) para as variáveis dependentes de força máxima (FM) e resistência de força (RF) nos exercícios supino e agachamento, além da espessura muscular (EM) do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral. A comparação da interação grupos e carga total levantada (CTL) nas 8 semanas foi realizada pela ANOVA de medidas repetidas 3 x 1. Também foi utilizada a ANOVA *one way* 3 x 1 foi utilizada para comparação entre grupos nas variáveis de histórico de séries por grupamento muscular, peso, estatura, tempo de prática em meses, volume total de séries, EM bic, EM tri, EM vas, 1RM supino e agachamento. As suposições de esfericidade na ANOVA de medidas repetidas foram avaliadas utilizando o teste de Mauchly. Quando a esfericidade foi violada ( $P \leq 0.05$ ), o fator de correção de Greenhouse-Geisser foi aplicado. Quando necessário aplicou-se o post hoc de Bonferroni, além de calcular o tamanho do efeito (TE) da ANOVA pelo eta quadrado parcial ( $\eta^2_p$ ). Os valores de  $\eta^2_p < 0,06$ ,  $0,06$  a  $0,14$  e  $> 0,15$  foram considerados TE pequenos, médios e grandes, respectivamente (LAKENS, 2013).

Para as comparações entre 2 médias foi calculado o TE pelo  $d$  de Cohen. No fator tempo (pré vs pós 8 semanas) foi usada a fórmula  $d = (\text{média variável 1} - \text{média da Variável 2}) / \text{desvio padrão combinado (DP}_{\text{combinado}})$ . O  $\text{DP}_{\text{combinado}}$  é calculado pela fórmula  $\sqrt{\frac{(\text{DP}^2 \text{ da variável 1} + \text{DP}^2 \text{ da variável 2})}{2}}$  (LAKENS, 2013). Para comparação dos momentos entre grupos, seguiu-se os pressupostos discutidos em Dankel et al. (2017), utilizando a fórmula  $d = (\text{média das mudanças absolutas do grupo 1} - \text{média das mudanças absolutas do grupo 2}) / \text{desvio padrão combinado}$

( $DP_{\text{combinado}}$ ). Os valores de  $d < 0,2$ ,  $0,2-0,6$ ,  $0,6-1,2$ ,  $1,2-2,0$ ,  $2,0-4,0$  e  $>4,0$  foram considerados trivial, pequeno, moderado, grande, muito grande e extremamente grande, respectivamente (HOPKINS et al., 2009). O delta percentual entre as diferenças ( $\Delta\%$ ) foi calculado pela fórmula  $\Delta\% = [(\text{valor 1} - \text{valor 2} / \text{valor 2}) * 100]$  (DANKEL et al., 2017). Também foi calculada a diferença mínima (MDD) detectável para as variáveis dependentes de espessura muscular. A MDD foi calculada pela fórmula  $MDD = \text{erro típico da medida (ETM)} \times IC90\%$  (CLAUDINO et al., 2016). Assim, o ETM foi multiplicado por 1,746 para estabelecer o IC90% de acordo com a distribuição de probabilidade para  $t$  (16) com  $p < 0,10$  ou seja, graus de liberdade (GL). Exemplo:  $GL = n \text{ do grupo} - 1 = 9 - 1 = 8$ ; x 2 momentos (pré-pós 8 semanas) = 16, portanto usou-se na tabela dos valores críticos de  $t = t(16)$ , que corresponde a 1,746. O ETM foi calculado entre a medida da familiarização e o momento pré intervenção. O ETM do bíceps braquial foi 0,31mm, tríceps braquial 0,45mm e vasto lateral 0,46mm. Como exemplo do cálculo para o tríceps braquial:  $MDD = 0,45\text{mm} \times 1,746 = 0,73\text{mm}$ . A MDD foi utilizada como zona trivial (área cinza em gráficos) da menor mudança verdadeira individual dos sujeitos (HOPKINS et al., 2009).

A relação entre variáveis foi calculada pela correlação linear de Pearson. Além disto, o intervalo de confiança (IC95%) das associações entre as variáveis foi calculado. Os critérios adotados para interpretação das magnitudes de correlação foram ( $r$ ):  $\leq 0,1$ , trivial;  $>0,1-0,3$ , pequena;  $>0,3-0,5$ , moderada;  $>0,5-0,7$ , grande;  $>0,7-0,9$ , muito grande e  $>0,9-1,0$ , quase perfeita (Hopkins et al., 2009). Quando os limites de confiança do IC95% foram violados a magnitude da correlação foi considerada “não clara”; caso contrário, a magnitude foi considerada a real observada (Hopkins et al., 2009). O nível de significância adotado para os testes inferenciais foi  $P < 0,05$ . As análises foram realizadas no *software* SPSS versão 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Os gráficos/figuras foram formatados no *software* GraphPad Prism versão 6.0 (La Jolla, CA, USA) seguindo os pressupostos para dados contínuos (WEISSGERBER et al., 2015).

## 6. RESULTADOS

A tabela 1 demonstra as características dos sujeitos do estudo. Não foram verificadas diferenças significativas entre grupos nas variáveis analisadas no início do estudo (todos  $P > 0,05$ ).

Tabela 1. Características dos sujeitos do estudo.

Nota: G16 = grupo com 16 séries por sessão; G24 = grupo com 24 séries por sessão; G32 = grupo com 32 séries por sessão; GM = grupamento muscular; sem = semana.

Também não foram verificadas diferenças significantes no fator tempo (todos  $P > 0,05$ ) e interação grupo vs tempo (todos  $P > 0,05$ ) nas variáveis analisadas no inquérito nutricional (kcal total, gramas de proteínas, carboidratos e lipídios) (tabela 2).

Tabela 2. Estimativa da ingestão de macronutrientes dos grupos G16, G24 e G32 durante o estudo.

Variáveis	Pré	Pós 4 sem	Pós 8 sem	ANOVA 3x2	
				fator tempo valor de $P$	interação tempoXgrupo valor de $P$
<b>Total (kcal)</b>					
G16	3158 ± 262	3136 ± 279	3137 ± 316		
G24	3110 ± 190	3052 ± 258	3124 ± 273	0,301	0,092
G32	3103 ± 330	3065 ± 283	3089 ± 279		
<b>Proteínas (g)</b>					
G16	144 ± 15	144 ± 16	144 ± 15		
G24	137 ± 13	136 ± 12	138 ± 13	0,445	0,388
G32	140 ± 12	140 ± 14	136 ± 15		
<b>Carboidratos (g)</b>					
G16	490 ± 46	480 ± 33	484 ± 47		
G24	470 ± 40	464 ± 40	473 ± 39	0,161	0,092
G32	478 ± 46	470 ± 39	480 ± 41		
<b>Lipídios (g)</b>					
G16	69 ± 9	71 ± 10	69 ± 10	0,358	0,114



G24	66 ± 9	63 ± 8	66 ± 8
G32	70 ± 13	70 ± 11	69 ± 9

Nota: G16 = grupo com 16 séries por sessão; G24 = grupo com 24 séries por sessão; G32 = grupo com 32 séries por sessão; Total (kcal) = total de kilocalorias ingeridas

Na tabela 3 pode ser verificado o comportamento da força máxima nos exercícios supino e agachamento durante o momento pré e pós 8 semanas de intervenção. Foi verificado efeito significativo no fator tempo para 1RMsup em G16 ( $\Delta\% = 23,6$ ;  $d = 1,05$ ;  $P = 0,001$ ), G24 ( $\Delta\% = 20,9$ ;  $d = 0,91$ ;  $P = 0,0001$ ) e G32 ( $\Delta\% = 28,7$ ;  $d = 1,49$ ;  $P = 0,001$ ), mas não na interação grupo x tempo ( $P = 0,275$ ). A variável 1RMaga apresentou efeito significativo tanto para o tempo (todos  $P < 0,001$ ) como interação grupo x tempo ( $P = 0,038$ ). Neste caso, tanto G16 ( $\Delta\% = 16,6$ ;  $d = 0,87$ ;  $P = 0,0001$ ), como G24 ( $\Delta\% = 18,1$ ;  $d = 0,66$ ;  $P = 0,0001$ ) e G32 ( $\Delta\% = 25,4$ ;  $d = 1,15$ ;  $P = 0,0001$ ) apresentaram diferença pré vs pós 8 semanas.

Tabela 3. Comportamento da força máxima nos exercícios supino e agachamento durante o momento pré e pós 8 semanas de intervenção.

Variáveis	Pré	Pós 8 semanas	ANOVA 3x2			
			Cohen (TE)	fator tempo	interação tempoXgrupo	
				$\Delta\%$	valor de $d$	valor de $P$
<b>1RMsup (kg)</b>						
G16	93 ± 20	115 ± 21*	23,6	1,05	0,001	
G24	103 ± 23	124 ± 23*	20,9	0,91	0,0001	0,275
G32	98 ± 20	126 ± 17*	28,7	1,49	0,0001	
<b>1RMaga (kg)</b>						
G16	105 ± 20	123 ± 19*	16,6	0,87	0,0001	
G24	117 ± 32	138 ± 32*	18,1	0,66	0,0001	0,038
G32	121 ± 27	151 ± 25*#	25,4	1,15	0,0001	

Nota: G16 = grupo com 16 séries por sessão; G24 = grupo com 24 séries por sessão; G32 = grupo com 32 séries por sessão; 1RMsup = uma repetição máxima no exercício supino; 1RMaga = uma repetição máxima no exercício agachamento; TE = tamanho do efeito; rep = repetições.

\*diferença significativa do momento pré ( $p < 0,05$ );

# diferença significativa do momento pós 8 semanas do G16

A tabela 4 demonstra o comportamento da espessura muscular do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral durante o momento pré vs pós 8 semanas de intervenção para G16, G24 e G32. Foi verificado efeito significativo no fator tempo para todas as variáveis de espessura muscular nos 3 grupos (todos  $P < 0,05$ ), mas apenas para EM trí ( $P = 0,001$ ) e EM vas ( $P = 0,001$ ) na interação tempo x

grupo. Em todas as comparações pré vs pós 8 semanas das variáveis de espessura muscular o efeito foi significativo ( $P < 0,05$ ). O valor pós 8 semanas do G32 para EM trí e EM vas apresentou diferença significativa do momento pré de G16 ( $P = 0,001$ ).

Tabela 4. Comportamento da espessura muscular do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral durante o momento pré e pós 8 semanas de intervenção para G16, G24 e G32.

Variáveis	Pré	Pós 8 sem	$\Delta\%$ pré vs pós 8 sem	ANOVA 3x2	
				fator tempo valor de $P$	interação tempoXgrupo valor de $P$
<b>EM bíc (mm)</b>					
G16	38,2 ± 3,9	38,4 ± 3,9 <sup>a</sup>	0,5	0,0001	0,206
G24	38,2 ± 4,5	38,7 ± 4,6 <sup>a</sup>	1,3		
G32	35,6 ± 3,1	36,7 ± 3,0 <sup>a</sup>	3,1		
<b>EM trí (mm)</b>					
G16	33,9 ± 4,3	34,2 ± 4,3 <sup>a</sup>	0,8	0,001	0,001
G24	33,6 ± 4,3	35,0 ± 4,7 <sup>a</sup>	4,0		
G32	35,9 ± 3,8	38,4 ± 4,2 <sup>a,#</sup>	7,0		
<b>EM vas (mm)</b>					
G16	36,2 ± 4,4	36,9 ± 4,0 <sup>a</sup>	2,1	0,001	0,001
G24	35,4 ± 5,0	37,4 ± 4,6 <sup>a</sup>	5,6		
G32	37,1 ± 5,1	40,6 ± 5,1 <sup>a,#</sup>	9,4		

Nota: G16 = grupo com 16 séries por sessão; G24 = grupo com 24 séries por sessão; G32 = grupo com 32 séries por sessão; EMbíc = espessura muscular do bíceps braquial; EMtrí = espessura muscular do tríceps braquial; EMvas = espessura muscular do vasto lateral; sem = semana.

a diferença significativa do momento pré ( $p < 0,05$ )

# diferença significativa do momento pós 8 semanas do G16.

A figura 8 representa a análise individual dos sujeitos da diferença absoluta da espessura muscular após 8 semanas e momento pré intervenção. Os valores encontrados foram: EM bíceps G16 ( $\Delta\text{mm} = 0,18 \pm 0,15 \text{ mm}$ ), G24 ( $\Delta\text{mm} = 0,50 \pm 0,26 \text{ mm}$ ), G32 ( $\Delta\text{mm} = 1,10 \pm 0,31 \text{ mm}$ ); EM tríceps G16 ( $\Delta\text{mm} = 0,27 \pm 0,17 \text{ mm}$ ), G24 ( $\Delta\text{mm} = 1,33 \pm 0,77 \text{ mm}$ ), G32 ( $\Delta\text{mm} = 2,51 \pm 0,60 \text{ mm}$ ); EM vasto lateral G16 ( $\Delta\text{mm} = 0,78 \pm 0,61 \text{ mm}$ ), G24 ( $\Delta\text{mm} = 1,99 \pm 0,73 \text{ mm}$ ), G32 ( $\Delta\text{mm} = 3,48 \pm 0,50 \text{ mm}$ ). Todos os sujeitos de G32 apresentaram mudanças maiores que a MDD (responsivos) para EM Bíceps, EM Tríceps e EM Vasto Lateral. 1 sujeito do G24 não foi responsivo para EM Tríceps e 4 para EM Bíceps. Para G16, 5 sujeitos foram

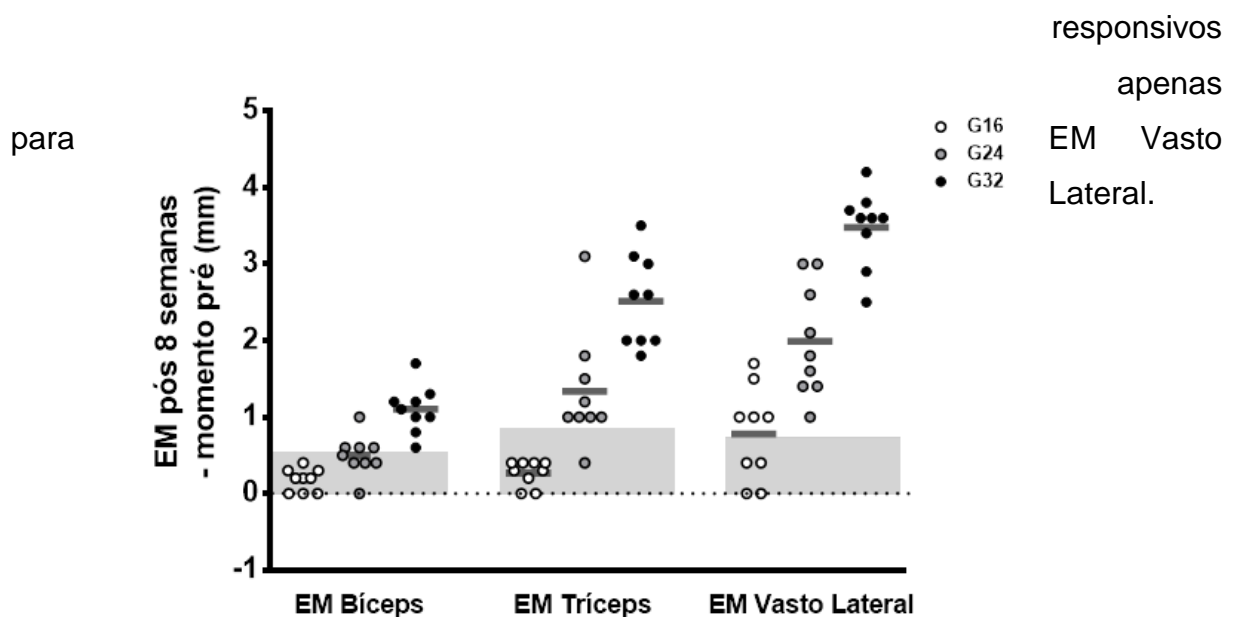


Figura 8. Gráfico scatterplot com a média (linha cinza escura) da diferença absoluta da espessura muscular (EM) após 8 semanas e momento pré intervenção.

Nota: Os círculos brancos representam o G16, círculos cinzas G24 e círculos pretos G32. A área cinza representa a mínima diferença detectável (MDD – ver métodos).

A figura 9 representa o gráfico de floresta com a diferença entre grupos do tamanho do efeito de *Cohen*. Na comparação G24 vs G16 foi encontrado efeito grande para EM bíceps ( $d = -1,50$ , IC 90%  $-1,99$  a  $-0,91$ ), EM tríceps ( $d = -1,92$ , IC 90%  $-2,80$  a  $-1,04$ ) e EM vasto lateral ( $d = -1,79$ , IC 90%  $-2,29$  a  $-1,19$ ). Na comparação G32 vs G16 foi encontrado efeito extremamente grande para EM bíceps ( $d = -3,77$ , IC 90%  $-4,84$  a  $-2,70$ ), EM tríceps ( $d = -5,11$ , IC 90%  $-5,89$  a  $-4,34$ ) e EM

vasto lateral ( $d = -4,81$ , IC 90%  $-5,53$  a  $-4,09$ ). Além disto, para G32 vs G24 foi encontrado efeito muito grande para EM bíceps ( $d = -2,07$ , IC 90%  $-3,00$  a  $-1,14$ ), grande para EM tríceps ( $d = -1,71$ , IC 90%  $-2,59$  a  $-0,83$ ) e muito grande para EM vasto lateral ( $d = -2,37$ , IC 90%  $-3,39$  a  $-1,35$ ).

A figura 10 representa a carga total levantada de G16, G24 e G32 durante as 8 semanas do estudo. A CTL foi significativamente diferente entre grupos (todos  $P < 0,05$ ).

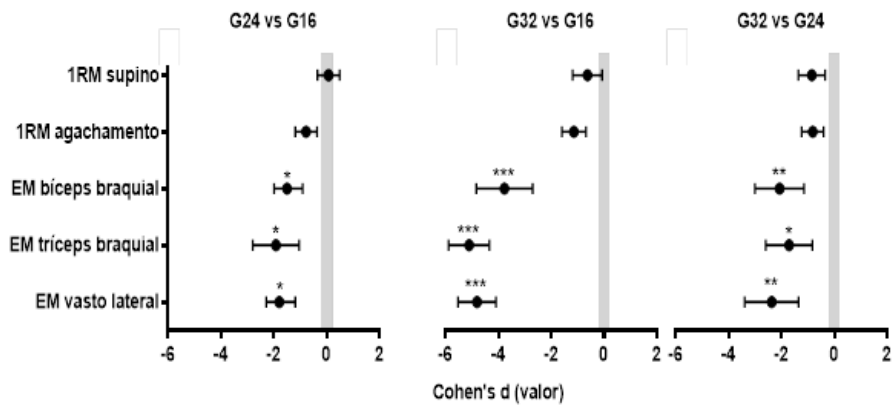


Figura 9. Diferenças entre grupos das variáveis força máxima no supino (1RM supino), agachamento (1RM agachamento), espessura muscular (EM) do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral.

Nota: Foi utilizado o princípio de Cohen do tamanho do efeito (TE)  $\pm$  IC 90% para comparar as diferenças absolutas das variáveis nos momentos pré vs pós 8 semanas. A área cinza representa a magnitude trivial de diferença das variáveis (ver métodos). G16 = grupo com 16 séries por sessão; G24 = grupo com 24 séries por sessão; G32 = grupo com 32 séries por sessão. \* = tamanho do efeito (TE) grande. \*\* TE muito grande. \*\*\* TE extremamente grande.

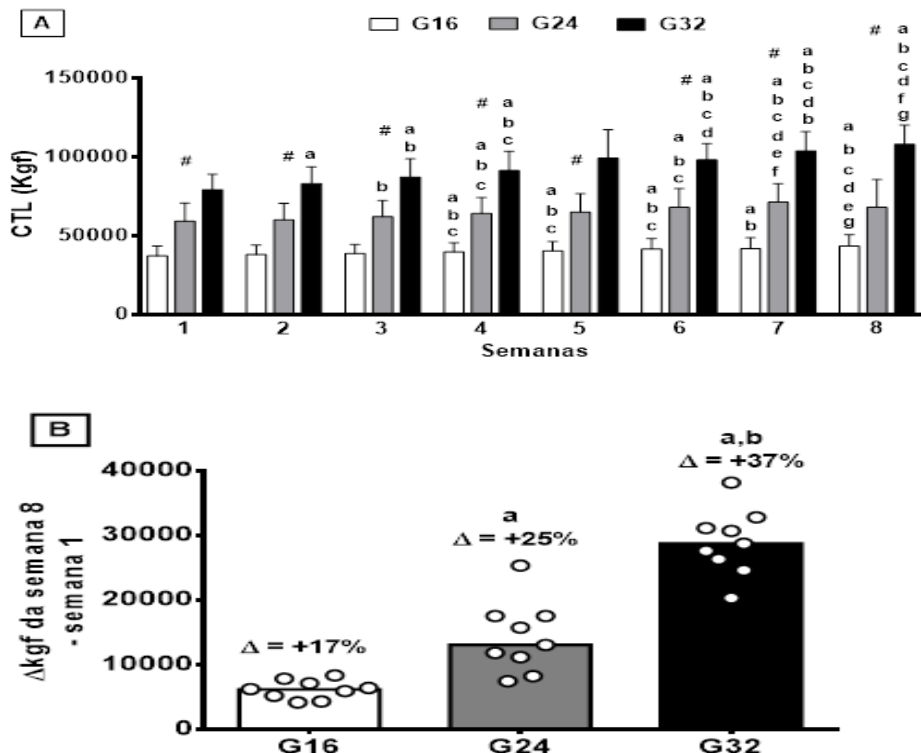


Figura 10. Carga total levantada - CTL (A) e delta percentual da semana 8 – semana 1 dos grupos G16 (barra branca), G24 (barra cinza) e G32 (barra preta) durante as 8 semanas do estudo. Os círculos brancos do gráfico B demonstra a a variabilidade de respostas da amostra entre os grupos.

Nota: a – diferente da semana 1; b – diferente da semana 2; c – diferente da semana 3; d – diferente da semana 4; e – diferente da semana 5; f – diferente da semana 6; g – diferente da semana 7; # diferença entre os grupos.

Na figura 11, podem ser visualizadas as correlações da CTL durante as 8 semanas do estudo com o delta de diferença absoluta do pós 8 semanas vs pré das variáveis analisadas. Foram encontradas correlações muito grandes entre o delta da espessura muscular do bíceps (CTL Total  $r = 0,84$ , IC 90% 0,75 a 0,93), tríceps (CTL Total  $r = 0,87$ , IC 90% 0,79 a 0,94) e vasto lateral (CTL Total  $r = 0,88$ , IC 90% 0,82 a 0,95). O delta do 1RM Agachamento apresentou correlações grandes (CTL Total  $r = 0,50$ , IC 90% 0,14 a 0,85). Já o delta de 1RM no supino as correlações foram pequenas “não claras” (CTL Total  $r = 0,28$ , IC 90% -0,04 a 0,60).

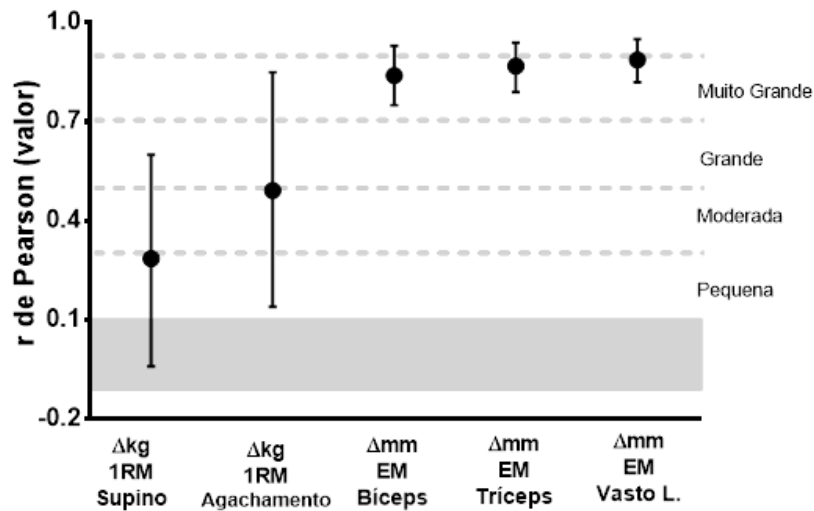


Figura 11. Coeficiente de correlação de Pearson  $r$  (com 95% de intervalo de confiança) entre a carga total levantada (CTL – círculos pretos) durante as 8 semanas do estudo com o delta ( $\Delta$ ) de diferença absoluta do momento pós 8 semanas menos o momento pré nas variáveis força máxima no supino (1RM supino), agachamento (1RM agachamento), espessura muscular (EM) do bíceps braquial, tríceps braquial e vasto lateral.

Nota: A área cinza representa a magnitude trivial das correlações (ver métodos).

## 7. DISCUSSÃO

O presente estudo compara diferentes volumes de séries por grupamento muscular semanal e suas adaptações crônicas neuromusculares relacionadas à hipertrofia muscular e à força máxima no TF, em sujeitos treinados com utilização de ultrassonografia na avaliação da espessura muscular. Os principais achados do presente estudo demonstraram que o treinamento com maior volume de séries (G32), na comparação com G16 e G24, foi mais eficiente para maximizar os ganhos de força no agachamento, no supino não houve diferença entre os grupos, e aumento da espessura muscular. Entretanto, os achados do presente estudo evidenciam um benefício no aumento da força e espessura muscular em todos os volumes de séries apresentados.

Os resultados apresentados colaboram com três metanálises (KRIEGER JW, 2010; PETERSON MD, SEN A, GORDON PM, 2011; SCHOENFELD BJ, OGBORN D, KRIEGER, 2017). A metanálise de Schoenfeld et al. (2017) apontou que dez séries semanais por grupamento muscular para sujeitos treinados foi mais eficiente para a hipertrofia muscular. O presente estudo utilizou um alto volume de TF devido à evidência da relação entre o volume de TF e hipertrofia muscular (10 ou mais séries semanais por grupo muscular), resultando em melhora adicional na espessura muscular (Schoenfeld, et al. 2016b). Sobre a força muscular, Peterson et al. (2005) apresentaram uma relação sobre estado de treinamento e aumento da força para indivíduos destreinados com um volume de treinamento de 4 séries por grupo muscular (3 dias por semana), os treinados recreacionalmente exibem ganhos máximos de força com um volume de 4 séries por grupo muscular (2 dias por semana) e em atletas os ganhos máximos de força com apresentam um volume de 8 séries por grupo muscular por sessão.

Hackett et al. (2013) apresentaram que mais de 95% dos fisiculturistas entrevistados, por meio de questionário, empregavam aproximadamente 16 séries, divididos entre três a quatro exercícios para cada grupamento muscular. Colaborando assim com os resultados do presente estudo em que os 27 sujeitos, previamente entrevistados, utilizavam altos volumes de séries semanais por grupamento muscular empregados na rotina de treinamento, antes de iniciarem as

intervenções do presente estudo; volume de séries peitoral (G16:  $27 \pm 14$ , G24:  $20 \pm 7$ , G32:  $25 \pm 7$ ), volume de séries de dorsais (G16:  $28 \pm 14$ , G24:  $20 \pm 6$ , G32:  $25 \pm 5$ ), volume de séries deltoide (G16:  $45 \pm 27$ , G24:  $34 \pm 11$ , G32:  $43 \pm 14$ ), volume de séries bíceps braquial (G16:  $42 \pm 27$ , G24:  $35 \pm 10$ , G32:  $41 \pm 11$ ), volume de séries tríceps (G16:  $42 \pm 27$ , G24:  $34 \pm 11$ , G32:  $38 \pm 9$ ), volume de série quadríceps (G16:  $21 \pm 13$ , G24:  $16 \pm 5$ , G32:  $19 \pm 7$ ), volume de série posterior coxa (G16:  $21 \pm 13$ , G24:  $12 \pm 8$ , G32:  $18 \pm 7$ ). Não foram verificadas diferenças significantes entre grupos nas variáveis analisadas no início do estudo (todos  $p > 0,05$ ) entre os volumes de séries semanais por grupamento muscular. Os resultados colaboram com as recomendações da ACSM (2009) em que sujeitos treinados devem realizar entre 3 a 6 séries por exercício. Rhea et al. (2003) comentam que o número de séries realizadas por grupamento muscular é um melhor indicador da quantidade de estresse de treinamento que um músculo sofre durante uma sessão do que séries por exercício. O presente trabalho utilizou as diferenças apresentadas nas comparações do volume de séries por grupamento muscular e não por exercício, colaborando com as recomendações de Rhea et al. (2003).

O volume de séries por grupamento muscular foi verificado previamente por meio de entrevista. O resultado apresentou uma diferença na comparação do volume de séries de tronco (MMSS) na comparação de MMII sobre o volume de séries, sendo que nos MMII (anterior de coxa e posterior) apresentou um volume reduzido de séries na comparação MMSS. Tal informação sobre os volumes de séries por grupamento muscular imposto sobre MMSS e MMII semanalmente é de grande valia, pois possíveis interferências sobre os resultados poderiam surgir. Uma das possíveis ocorrências que poderia acontecer são sujeitos que habitualmente em suas rotinas de treinamentos semanais impunham altos volumes de séries poderiam ter interferência negativa ou destreino com redução do volume de séries. No presente estudo o G16 apresentava no momento pré-intervenção maior volume de séries por grupamento muscular, no entanto não evidenciamos redução nos níveis de força máxima no momento pós-intervenção, pelo contrário, houve melhora significativa tanto no exercício supino reto como no agachamento.

Os sujeitos que habitualmente realizavam volume muito reduzido nas séries poderiam ter maiores incrementos nos ganhos sobre a espessura muscular e força.

Schoenfeld et al. (2017) apontam que um dos grandes problemas na literatura sobre diferenças entre o número de séries é que muitos estudos sobre o tema não



conseguiram mostrar diferenças estatísticas na hipertrofia muscular entre condições. Por exemplo, no estudo de Mitchell et al. (2012) não foram apresentadas diferenças estatísticas entre o grupo que treinou com 3 séries com aumento da coxa em 6,8%, enquanto o grupo de 1 série aumentou a área transversal da coxa por 3,1%. No entanto, a diferença de tamanho de efeito (0,27) relatou que na condição de maior volume os resultados foram mais favoráveis para hipertrofia muscular. Este tipo de análise sobre o tamanho do efeito no presente trabalho foi realizado e os resultados foram favoráveis ao G32 na comparação ao G16 e G24 sobre a hipertrofia muscular.

Na comparação G24 vs G16 foi encontrado efeito grande para EM bíceps ( $d = -1,50$ ), EM tríceps ( $d = -1,92$ ) e EM vasto lateral ( $d = -1,79$ ). Na comparação G32 vs G16 foi encontrado efeito extremamente grande para EM bíceps ( $d = -3,77$ ), EM tríceps ( $d = -5,11$ ) e EM vasto lateral ( $d = -4,81$ ). Além disto, para G32 vs G24 foi encontrado efeito muito grande para EM bíceps ( $d = -2,07$ ), grande para EM tríceps ( $d = -1,71$ ) e muito grande para EM vasto lateral ( $d = -2,37$ ).

Sobre as respostas individuais, os resultados favoreceram o G32 aos demais grupos. Todos os sujeitos de G32 apresentaram mudanças maiores que a MDD (responsivos) para EM Bíceps, EM Tríceps e EM Vasto Lateral. Um sujeito do G24 não foi responsivo para EM Tríceps e quatro para EM Bíceps. Para G16, cinco sujeitos foram responsivos apenas para EM Vasto Lateral. Uma hipótese é que o grupo G16 apresentava antes do estudo um volume de séries maior em todos os grupamentos musculares, na comparação aos demais grupos, e supostamente com menor volume de treinamento realizado não apresentou melhoras em termos individuais, maior ETM, sobre a hipertrofia muscular na comparação aos demais grupos.

No presente trabalho, o resultado apresentado foi favorável no fator tempo para todas as variáveis de espessura muscular (EM Bíceps, EM Tríceps e EM Vasto Lateral) nos 3 grupos (todos  $P < 0,05$ ). Este resultado apresenta a possibilidade de protocolos com mais de 10 séries semanais por grupamento muscular (Schoenfeld et al. 2016). Ou seja, a principal contribuição do estudo é mostrar que pode-se a continuar AST com mais séries por grupamento muscular não ocorrendo efeitos deletérios sobre a hipertrofia muscular com intervenção entre 16, 24 e 32 séries por grupamento muscular semanal. Apesar do G16 já realizar um volume de treinamento mais alto antes do início do presente estudo

No entanto, resultados contrários foram apresentados por Heaselgrave et al. (2018). Os mesmos investigaram homens treinados em força durante 6 semanas de intervenção, com diferentes séries semanais na relação do bíceps diante das respostas de hipertrofia muscular e força. O número de séries realizado foi de 9, 18 e 27 séries distribuídos em 3 grupos. Os resultados não apresentaram diferenças significantes entre os grupos. A espessura muscular aumentou significativamente em todos os grupos ( $4,3 \pm 7,9\%$ ,  $9,5 \pm 11,8\%$  e  $5,4 \pm 6,3\%$  para BAIXO, MOD, ALTO, respectivamente,  $p < 0,05$ ) sendo para BAIXO em  $0,1 \pm 0,3\text{cm}$  ( $p < 0,05$ ), em MOD em  $0,3 \pm 0,4\text{cm}$  ( $0,59$ ;  $p < 0,01$ ) e em ALTO em  $0,2 \pm 0,2\text{cm}$  ( $p < 0,05$ ). Os resultados do presente estudo foram contrários aos de Healsegrave et al. (2018), favorecendo o grupo de maiores volumes de séries por grupamento muscular semanal (G24 e G32). Por mais que o estudo apresentado de Healsegrave et al. (2018) possua diferenças metodológicas e tipo de análise diferente, principalmente sobre a duração de estudo (6 semanas), e grupamento muscular (bíceps). Entretanto, ambos os estudos apresentaram benefícios para o aumento da espessura muscular com volume de séries acima de 10 séries por grupamento muscular semanal.

Schoenfeld et al. (2018) investigaram diferentes volumes de séries e seus efeitos sobre a hipertrofia muscular (espessura com ultrassonografia). Foram divididos em 3 grupos que diferiram apenas no número de séries realizadas. Utilizaram protocolo de 8-12 repetições realizadas até a falha concêntrica máxima. Os grupos 1 série, 3 séries e 5 séries realizaram 3, 9 e 15 séries semanais para cada exercício, enquanto, focando apenas no quadríceps, realizaram 9, 27 ou 45 séries semanais, respectivamente. Todos os grupos apresentaram aumentos nos ganhos de força e resistência sem diferenças entre eles. As espessuras musculares dos flexores do cotovelo, coxa medial e lateral apresentaram aumentos significativos para todos os grupos, porém favorável para grupo de alto volume, ou seja, dose-dependente. Os extensores do cotovelo foram favoráveis apenas no grupo 5 séries. O volume de até 45 séries semanais por grupamento muscular, também foi favorável nos ganhos hipertróficos, pelo menos no quadríceps, especificamente.

Os resultados do presente estudo corroboram com o de Schoenfeld et al. (2018) sobre o volume de séries e espessura muscular. Com relação à espessura muscular, os 3 grupos do presente estudo apresentaram incrementos significantes no bíceps braquial ( $p=0,001$ ) e no tríceps braquial ( $p=0,001$ ) e vasto lateral ( $p=0,001$ ). Foi verificado o efeito significativo no fator tempo para todas as variáveis

de espessura muscular nos 3 grupos (todos  $P < 0,05$ ), mas apenas para EM trí ( $P = 0,001$ ) e EM vas ( $P = 0,001$ ) na interação tempo x grupo. O valor pós 8 semanas do G32 para EM trí e EM vas apresentou diferença significativa do momento pré de G16 ( $P = 0,001$ ). O tamanho do efeito em relação à espessura muscular favoreceu o G32 em relação a G16 e G24.

De maneira contrária, o estudo de Ostrowski et al. (1997) não apresentou diferença entre volumes de séries e espessura muscular. Foram investigados homens treinados com diferentes volumes de séries por grupo muscular semanal, com a duração de 10 semanas. Os grupos foram divididos da seguinte maneira: (a) grupo de baixo volume (3 séries por grupo muscular por semana); (b) moderada grupo de volume (6 séries por grupo muscular por semana); ou (c) grupo de alto volume (12 séries por grupo muscular por semana). Não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os grupos, sobre aumento da espessura muscular. No entanto, o presente estudo apresentou resultados contrários aos de Ostrowski et al. (1997) sobre à espessura muscular, os 3 grupos apresentaram incrementos significantes no bíceps braquial ( $p=0,001$ ), tríceps braquial ( $p=0,001$ ) e vasto lateral ( $p=0,001$ ). Foi observado maior espessura muscular do TB e do VL no G32 comparado ao G16. No entanto, no que diz respeito à espessura muscular, o G32 na comparação do G16 e G24 obteve resultados mais favoráveis sobre as variáveis analisadas.

Sobre a força muscular, os resultados apresentados no presente estudo apresentaram que os 3 grupos (G16, G24 e G32) obtiveram incrementos significantes no teste de 1RM no supino reto e no agachamento ( $p=0,001$ ). Foi verificado efeito significativo no fator tempo para 1RMsup em G16, G24 e G32 ( $\Delta\% = 23,6$ ;  $\Delta\% = 20,9$  e  $\Delta\% = 28,7$ ) respectivamente, mas não na interação grupo x tempo ( $P = 0,275$ ). A variável 1RMaga apresentou efeito significativo tanto para o tempo (todos  $P < 0,001$ ) como interação grupo x tempo ( $P = 0,038$ ) ( $\Delta\% = 16,6$ ;  $\Delta\% = 18,1$  e  $\Delta\% = 25,4$ ), respectivamente.

Em estudo de Schoenfeld et al. (2018) em que foram comparados diferentes volumes de séries, número total semanal de séries por grupo muscular de 6 e 9 séries, 18 e 27 séries e 30 e 45 séries para 5SET nos membros superiores e inferiores, respectivamente. Os resultados mostraram ganhos de força pré e pós intervenção em todos os grupos, sem diferenças significantes entre os grupos nos exercícios de agachamento e supino. Colaborando com estudo de Schoenfeld et al.

(2018), Ostrowski et al. (1997) relataram que, após 10 semanas de treinamento de todos os grupos (3 séries, 6 séries e 12 séries por grupo muscular por semana), não houve diferenças significantes entre eles com relação à força superior e inferior do corpo. Apesar de não encontrar diferenças significativas, o estudo de Ostrowski et al. (1997) verificou uma tendência de volumes maiores produzirem resultados favoráveis nos MMII sobre os ganhos de força.

Peterson et al. (2004), em metanálise de 37 estudos, apresentaram que em sujeitos altamente treinados os ganhos da força máxima são obtidos em média de 8 séries por grupo muscular. Os dados do tamanho do efeito demonstram pequeno tamanho de efeito para treinamento de uma série por grupo muscular ( $d = 0,32$ ), um efeito moderado tamanho para intervenções de 5 séries por grupo muscular ( $d = 0,64$ ), e um tamanho de efeito alto para 8 séries por músculo intervenções de treinamento ( $d = 1,22$ ). O volume de 8 séries por grupo muscular em sujeitos altamente treinados relatado no estudo de Peterson et al, (2004) é diferente do estudo apresentado por Rhea et al (2003) na comparação de não treinados e treinados sendo de 4 séries por grupo muscular. No entanto, Fisher et al. (2011) em artigo de recomendações de TF não corroboram com os apontamentos de Peterson et al. (2004) sobre a necessidade do aumento de séries nos aumentos de força com uma ou várias séries por grupamento muscular. Colaborando com Fisher et al. (2011), Carpinelli e Otto (1998) afirmam que séries únicas apresentam resultados semelhantes, entre 33 de 35 estudos que revisaram. Heaselgrave et al. (2018) investigaram homens treinados em força durante 6 semanas de treinamento, sobre diferentes séries semanais sendo composta de 9, 18 e 27 séries. Os resultados sobre a força também não apresentaram diferença significativa no 1RM para todos os grupos ( $p \leq 0,001$ ). No entanto, estimativas de tamanho de efeito apontam para um benefício sobre volumes moderados (18 séries) a altos (27 séries) para ganhos de força na comparação com baixos volumes (9 séries). Os autores recomendam que 9 séries semanais realizadas em uma única sessão são viáveis para ganhos de força. Entretanto, 18 a 27 séries semanais, completadas em duas sessões, podem conferir maiores adaptações de força.

Os resultados do presente trabalho apresentaram que os 3 grupos (G16, G24 e G32) obtiveram incrementos significantes nos ganhos de força no teste de 1RM no supino reto e no agachamento ( $p=0,001$ ). Ambos os grupos apresentaram incrementos significantes no teste de 1RM no supino reto (G16  $p=0,001$ ; G24

$p=0,0001$  e  $G32= p=0,0001$ ) e no agachamento ( $G16 p=0,0001$ ;  $G24 p=0,0001$  e  $G32= p=0,0001$ ). Não foram observadas diferenças entre os grupos em 1RM do supino, entretanto, foi observada diferença significativa em 1RM no agachamento no G32 comparado ao G16. Neste sentido, os resultados apresentados favorecem volume igual ou acima de 16 séries para ganhos de força para MMSS e MMII em sujeitos treinados, sendo favorável tais ganhos de força com volume de 32 séries para MMII. Os resultados apresentados para os MMII sendo favorável para G32, colabora com Ostrowski et al. (1997) que verificaram uma forte tendência de volumes maiores produzirem melhores resultados nos MMII. Uma das hipóteses para tal explicação das diferenças de ganhos de força entre MMII e MMSS são as diferenças intrínsecas dos músculos desses segmentos. Tais diferenças intrínsecas supostamente poderão se relacionar à quantidade de receptores andrógenos tendo como hipótese ser maior nos músculos dos membros inferiores do que nos músculos dos membros superiores. Sendo assim, os receptores andrógenos dos membros inferiores são menos sensíveis ao TF quando comparados aos receptores dos membros superiores (KADI et al. 2000). Embora não tenha sido verificado no presente estudo, pode-se supor que os músculos dos membros inferiores dependem de maior volume de treinamento devido à aparente falta de regulação positiva de seus receptores andrógenos (RØNNESTAD et al., 2007).

O apontamento das respostas sobre a CTL foi significativamente diferente entre os grupos (todos  $P < 0,05$ ). As correlações da CTL, durante as 8 semanas do estudo com o delta de diferença absoluta do pós 8 semanas vs pré das variáveis analisadas, foram muito grandes, entre o delta da espessura muscular do bíceps, tríceps e vasto lateral. O delta do 1RM Agachamento apresentou correlações grandes. Todavia o delta de 1RM no supino as correlações foram pequenas “não claras. Diante de tal abordagem no presente estudo só participaram do experimento sujeitos capazes de realizar o 1RM no supino reto e meio-agachamento com uma carga externa equivalente a no mínimo sua própria massa corporal total e no mínimo 1,25 vezes sua própria massa corporal total, respectivamente. Esse valor de corte foi adotado como critério de inclusão e possibilitou garantir que os grupos fossem homogêneos quanto à força relativa de seus participantes. Nossos resultados colaboram com os estudos de revisão encontrados na literatura, que observaram os efeitos de diferentes volumes de treinamento em sujeitos treinados, sugerindo uma superioridade dos resultados obtidos com maiores volumes de treinamento (CTL),

em consequência da maior adaptação neuromuscular, independentemente da musculatura avaliada (RHEA et al., 2003; KRIEGER, 2010; GARBER et al., 2011). Também nossos resultados apresentados corroboram com estudos originais que apresentam maiores adaptações neurais e morfológicas com treinamentos que envolvam maiores volumes de treinamento (KRAEMER et al., 1997; RHEA et al., 2003; KEMMLER et al., 2004; MARSHALL et al., 2011).

O presente estudo possui como limitação a duração da intervenção. No entanto, oito semanas foram suficientes para as respostas significantes na força e hipertrofia muscular dos grupos (G16, G24 e G32). Em ensaios randomizados apresentados pela literatura científica que aplicam TF para os desfechos força e hipertrofia muscular, trata-se de um período de tempo suficiente para gerar adaptações neuromusculares em sujeitos treinados (KRAEMER et al., 2009; KLEMP et al., 2016; PETERSON, RHEA E ALVAR, 2005; SCHOENFELD et al., 2015; SCHOENFELD et al., 2016A; SCHOENFELD et al., 2016B; SCHOENFELD et al., 2016C; SCHOENFELD et al., 2016D; SCHOENFELD, OGBORN E KRIEGER, 2016A; SCHOENFELD, OGBORN E KRIEGER, 2016B; WERNBOM, AUGUSTSSON E THOME, 2007).

## **8. APLICAÇÃO PRÁTICA**

O presente estudo nos permite sugerir que diferentes volumes de séries de 16, 24 e 32 séries por grupamento muscular por semana, são favoráveis para hipertrofia muscular e ganhos de força. O aumento de volume de séries por grupamento muscular semanal tem demonstrado ser relevante e viável para aplicação prática para sujeitos treinados em força no planejamento de treinamento. Os resultados apresentados no presente estudo, contribui para um novo corpo de evidências científicas diante da possibilidade da intervenção de igual ou mais de 16 séries por grupamento muscular semanal, sendo favorável principalmente para hipertrofia muscular em sujeitos treinados.

## **9. CONCLUSÃO**

Podemos concluir que diferentes volumes de séries para sujeitos treinados sobre a força muscular proporcionaram ganho de força. No entanto, no que diz respeito à espessura muscular, o G32 apresentou maiores magnitudes de ganho sobre a espessura muscular. O aumento na espessura muscular parece ser mais dependente do número de séries por grupamento muscular do que a força em 1RM. Por fim, realizar mais séries por grupamento muscular favorece o ganho da espessura muscular em sujeitos treinados.



## REFERÊNCIAS

AHTIAINEN, J. P. et al. Short vs. Long Rest Period Between the Sets in Hypertrophic Resistance Training: Influence on Muscle Strength, Size, and Hormonal Adaptations in Trained Men. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 572, ago. 2005

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

ANDREAZZI, Ingrid Maturo et al. Exame pré-participação esportiva e o PAR-Q, em praticantes de academias. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 22, n. 4, p.272-276, ago. 2016.

ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 2, p. 359–369, 27 fev. 2017.

BASSEL-DUBY R, OLSON EN. Signaling pathways in skeletal muscle remodeling. **Annu Rev Biochem**. 2006; 75:19-37.

BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. **Essentials of strength training and conditioning. 3rd edition**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.

BOTTARO, M. et al. Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained. **Science & Sports**, v. 26, n. 5, p. 259–264, 1 nov. 2011.

BROOKS N, LAYNE JE, GORDON PL, et al. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. **Int J Med Sci**. 2006; 4:19–27.

BROWN, L.E. **Treinamento de força**. São Paulo: Manole, 2008.

CAMPOS GE, LUECKE TJ, WENDELN HK, TOMA K, HAGERMAN FC, MURRAY TF, ET AL. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **Eur J Appl Physiol**. 2002; 88 (1-2):50-60.

CANDOW, D. G.; BURKE, D. G. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 1, p. 204–7, fev. 2007.

CANNON, J.; MARINO, F. E. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 14, p. 1505–1514, dez. 2010.

CARPINELLI RN, OTTO RM. Strength training: single versus multiple sets. **Sports Med** 1998; 26: 73-84. 135.

CARPINELLI RN. Berger in retrospect: effect of varied weight training programs on strength. **J Sports Med** 2002; 36: 319-24.

CHESTNUT, J. L.; DOCHERTY, D. The Effects of 4 and 10 Repetition Maximum Weight-training Protocols on Neuromuscular Adaptations in Untrained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 4, p. 353–359, 1 nov. 1999.

CHARGE SB, RUDNICKI MA. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. **Physiol Rev.** 2004; 84(1):209-38.

CHANDLER, T.J.; BROWN, L.E. **Conditioning for strength and human performance.** 2. ed. Pensilvânia: Lippincot Williams & Wilkins, 2013.

CHRISTEN, J. et al. Temporal Robustness of the Session Rating of Perceived Exertion. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 8, p. 1088–1093, nov. 2016.

CORREA, C. S. et al. High-volume resistance training reduces postprandial lipaemia in postmenopausal women. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 18, p. 1890–1901, 8 nov. 2015.

CONLON, J. A. et al. The efficacy of periodized resistance training on neuromuscular adaptation in older adults. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 6, p. 1181–1194, 11 jun. 2017.

DANKEL, S. J. et al. The widespread misuse of effect sizes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 5, p. 446–450, mai. 2017.

DE SALLES, B. F. et al. Rest Interval between Sets in Strength Training. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 765–777, set. 2009.

ENEKO BAZ-VALLE, MAELA´ N FONTES-VILLALBA, AND JORDAN SANTOS-CONCEJERO. Total number of sets as a training volume quantification method for muscle hypertrophy: a systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2018.

ENG, John. Sample Size Estimation: How Many Individuals Should Be Studied?. **Radiology**, [s.l.], v. 227, n. 2, p.309-313, maio 2003.

FISHER, J, STEELE, J, BRUCE-LOW, S, and SMITH, D. Evidence-based resistance training recommendations. **Med Sportiva** 15: 147-162, 2011.

FIGUEIREDO, V. C.; DE SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499–505, 11 mar. 2018.

FINK, J. et al. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 58, n. 5, p. 597–605, maio 2018.

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

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 30, n. 7, p. 1164–1168, jul. 1998.

GALVÃO, D. A.; TAAFFE, D. R. Resistance Exercise Dosage in Older Adults: Single-Versus Multiset Effects on Physical Performance and Body Composition. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 53, n. 12, p. 2090–2097, dez. 2005.

GARBER, C.E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M.R.; FRANKLIN, B.A.; LAMONTE, M.J.; LEE, I.M.; NIEMAN, D.C.; SWAIN, D.P.; American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Estados Unidos da América, v.43, p.1334-1359, jan./2011.

GENNER, Kyle M.; WESTON, Matthew. A comparison of workload quantification methods in relation to physiological responses to resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 9, p. 2621-2627, 2014.

GOTSHALK, L. A. et al. Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. **Canadian journal of applied physiology**, v. 22, n. 3, p. 244–255, jun. 1997.

GRGIC, J.; SCHOENFELD, B. J.; LATELLA, C. Resistance training frequency and skeletal muscle hypertrophy: A review of available evidence. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 13 set. 2018.

HAGERMAN FC, WALSH SJ, STARON RS, ET AL. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2000; 55: B336–46.

HASS, C. J.; FEIGENBAUM, M. S.; FRANKLIN, B. A. Prescription of Resistance Training for Healthy Populations. **Sports Medicine**, v. 31, n. 14, p. 953–964, 2001.

HACKETT, D. A.; JOHNSON, N. A.; CHOW, C.-M. Training Practices and Ergogenic Aids Used by Male Bodybuilders. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1609–1617, jun. 2013.

HELMS, E. R. et al. Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. **Strength and conditioning journal**, v. 38, n. 4, p. 42–49, ago. 2016.

HEASELGRAVE, S. R. et al. Dose-Response of Weekly Resistance Training Volume and Frequency on Muscular Adaptations in Trained Males. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. 1–28, 30 ago. 2018.

HOPKINS, W. G. et al. Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3–13, jan. 2009.

HUBAL, M. J., H. GORDISH-DRESSMAN, P. D. THOMPSON, T. B. PRICE, E. P. HOFFMAN, T. J. ANGELOPOULOS, P. M. GORDON, N. M. MOYNA, L. S. PESCATELLO, P. S. VISICH, R. F. ZOELLER, R. L. SEIP, and P. M. CLARKSON. Variability in Muscle Size and Strength Gain after Unilateral Resistance Training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Vol. 37, No. 6, pp. 964 –972, 2005.

IBAÑEZ J, IZQUIERDO M, ARGELLES I, et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes Care**. 2005; 28:662–7.

KADI, F. et al. The expression of androgen receptors in human neck and limb muscles: effects of training and self-administration of androgenic-anabolic steroids. **Histochemistry And Cell Biology**, [s.l.], v. 113, n. 1, p.25-29, 21 jan. 2000.

KEMMLER, W.K.; LAUBER, D., ENGELKE, K., WEINECK, J.; Effects of single vs multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos da América, v.18, p.689-694, mai. /2004.

KLEMP, A. et al. Volume-equated high- and low-repetition daily undulating programming strategies produce similar hypertrophy and strength adaptations. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 7, p. 699–705, jul. 2016.

KOMI PV. Strength and power in sport. **Blackwell**: London, 2003.

KRAEMER, William J; RATAMESS, Nicholas A; FRENCH, Duncan N. Resistance Training for Health and Performance. **Current Sports Medicine Reports**, [s.l.], v. 1, n. 3, p.165-171, jun. 2002.

KRAEMER, William J; RATAMESS, Nicholas. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 36, n. 4, p.674-688, maio 2004.

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J. **Optimizing Strength Training: Designing Nonlinear Periodization Workouts**. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics Books; 2007. 256p.

KRAEMER, William J. et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 41, n. 3, p.687-708, mar. 2009.

KRAEMER, William J. THE EVOLUTION OF THE SCIENCE OF RESISTANCE TRAINING: The Early Pionners of Progress. **ACSM's Health & Fitness Journal**,

p.10-14, 2016.

KRIEGER, J.W., Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2009. **23**(6): p. 1890-1901.

KRIEGER, J. W. Single vs. Multiple Sets of Resistance Exercise for Muscle Hypertrophy: A Meta-Analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1150–1159, abr. 2010.

LAKENS, D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. **Frontiers in Psychology**, v. 4, p. 863, 26 nov. 2013.

MAGYARI, P. M.; CHURILLA, J. R. Association Between Lifting Weights and Metabolic Syndrome among U.S. Adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 11, p. 3113–3117, nov. 2012.

MARCHETTI, P.H.; LOPES, C.R. **Planejamento e Prescrição do treinamento personalizado**: do iniciante ao avançado. São Paulo: Gráfica Mundo, 2014.

MARCHETTI, P. H. et al. EXERCÍCIO SUPINO: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. **Brazilian Journal of Sports and Exercise Research**, v.1, n. 2, p. 135-142, jul. 2010.

MARCHETTI, P. H. et al. ASPECTOS NEUROMECÂNICOS DO EXERCÍCIO PULLEY. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 8, n. 26, p.59-70, 2010.

MARCHETTI, P.H., et al., Aspectos neuromecânicos do exercício agachamento. **Revista do Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, 2013.

MARCHETTI, P. H. et al. Muscle Activation Differs between Three Different Knee Joint-Angle Positions during a Maximal Isometric Back Squat Exercise. **Journal of Sports Medicine**, v. 2016, p. 1–6, 2016.

MARSHALL, P.W.; McEWEN, M.; ROBBINS, D.W.; Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. **European Journal Applied Physiology**, Reino Unido, v.111, p.3007-3016, out. /2011.

MCCAULLEY, G. O. et al. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 5, p. 695–704, 9 mar. 2009.

MCBRIDE, J, MCCAULLEY, G, CORMIE, P, NUZZO, J, CAVILL, M, AND TRIPLETT, N. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **J Strength Cond Res** 23: 106–110, 2009.

MCBRIDE, J. M.; BLAAK, J. B.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. Effect of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 5–6, p. 626–632, 1 nov. 2003.

MCBRIDE, J, MCCAULLEY, G, CORMIE, P, NUZZO, J, CAVILL, M, AND TRIPLETT, N. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **J Strength Cond Res** 23: 106–110, 2009.

MONTEIRO, W.; SIMÃO, R.; FARINATTI, P. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 2, p. 146–150, abr. 2005.

MITCHELL, C. J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 71–77, jul. 2012.

OGASAWARA, R. et al. Time course for arm and chest muscle thickness changes following bench press training. **Interventional medicine & applied science**, v. 4, n. 4, p. 217–220, dez. 2012.



OSTROWSKI, K. J. et al. The Effect of Weight Training Volume on Hormonal output and muscular size and function. **Journal of strength and conditioning research**, v. 11, n. 1, p. 148–154, 1997.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Maximizing Strength Development in Athletes: A Meta-Analysis to Determine the Dose-Response Relationship. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 377-382, mai. 2004.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Applications of the Dose-Response for Muscular Strength Development: A Review of Meta-Analytic Efficacy and Reliability for Designing Training Prescription. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 950-958, nov. 2005.

PETERSON, M. D.; SEN, A.; GORDON, P. M. Influence of Resistance Exercise on Lean Body Mass in Aging Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 2, p. 249–258, fev. 2011.

PRESTES, J. et al. **Prescrição e periodização do treinamento de força em academias**. São Paulo: Manole, 2010.

RADAELLI, R. et al. Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. **AGE (Dordr)**, v. 36, n. 2, p. 881–892, 11 abr. 2014.

RADAELLI, R. et al. Effects of single vs. multiple-set short-term strength training in elderly women. **AGE (Dordr)**, v. 36, n. 6, p. 9720, 31 dez. 2014.

RADAELLI, R. et al. Dose-Response of 1, 3, and 5 Sets of Resistance Exercise on Strength, Local Muscular Endurance, and Hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1349–1358, mai.2015.

RADAELLI, R. et al. Effects of single vs. multiple-set short-term strength training in elderly women. **AGE (Dordr)**, v. 36, n. 6, p. 9720, 31 dez. 2014.

REEVES, N. D.; MAGANARIS, C. N.; NARICI, M. V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 1, p. 116–118, 1 jan. 2004.

RHEA, M. R. et al. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. **Journal of strength and conditioning research**, v. 16, n. 4, p. 525–529, nov. 2002.

RHEA, M. R., B. A. ALVAR, and L. N. BURKETT. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. **Res. Q. Exerc. Sport** 73:485-488, 2002

RHEA, M., B. ALVAR, L. BURKETT, AND S. BALL. A meta-analysis to determine the dose-response relationship for strength. **Med Sci. Sports Exerc.** 35:456–464. 2003

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of Two- versus Three-Way Split Resistance Training Routines on Body Composition and Muscular Strength in Bodybuilders: A Pilot Study. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 6, p. 559–565, dez. 2015.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training in older women: Comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 53–60, 1 mar. 2015.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, fev. 2003.

RØNNESTAD, B. R. et al. Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 1, p. 157–163, fev. 2007.

SCHOENFELD, B. J. Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179–194, 22 mar. 2013.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of Different Volume-Equated Resistance Training Loading Strategies on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2909–2918, out. 2014.

SCHOENFELD, Brad J. et al. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 29, n. 7, p.1821-1829, jul. 2015.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 3 jun. 2016.

SCHOENFELD, Brad J et al. Differential Effects of Heavy versus Moderate Loads on Measures of Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **Journal Of Sports Science & Medicine**, [s.l.], v. 15, p.715-722, jan. 2016b.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, p. 1, 28 ago. 2018.

SCOTT, Brendan R. et al. Training monitoring for resistance exercise: theory and applications. **Sports Medicine**, v. 46, n. 5, p. 687-698, 2016.

SHIMANO, Tomoko et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 819, 2006.

SOONESTE, H. et al. Effects of Training Volume on Strength and Hypertrophy in Young Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 1, p. 8–13, jan. 2013.

STARKEY, D. B. et al. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 28, n. 10, p. 1311–1320, out. 1996.

TAN, B. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 289-304, 1999.

TAVARES, L. D. et al. Effects of different strength training frequencies during reduced training period on strength and muscle cross-sectional area. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 6, p. 665–672, 3 jul. 2017.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. Métodos de pesquisa em atividade física. 6. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2012. 478 p.

WALTON, J. M.; ROBERTS, N.; WHITEHOUSE, G. H. Measurement of the quadriceps femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging. **British journal of sports medicine**, v. 31, n. 1, p. 59–64, mar. 1997.

WERNBOM M, AUGUSTSSON J, THOMEÉ R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. **Sports Med.** 2007;37(3):225–64.

WEISSGERBER, T. L. et al. Beyond Bar and Line Graphs: Time for a New Data Presentation Paradigm. **PLOS Biology**, v. 13, n. 4, p. e1002128, 22 abr. 2015.

WILLARDSON, J. M. A Brief Review: Factors Affecting the Length of the Rest Interval Between Resistance Exercise Sets. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 978-984, nov. 2006.

WILLARDSON, J. M. A Brief Review: How Much Rest between Sets? **Strength and Conditioning Journal**, v. 30, n. 3, p. 44–50, jun. 2008.

YOU T, ARSENIS NC, DISANZO BL et al. Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity: current evidence and potential mechanisms. **Sports Med.** 2013; 43:243–56.

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J. **Ciência e prática do treinamento de força**. 2. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2008.

ZOURDOS, M. C. et al. Modified Daily Undulating Periodization Model Produces Greater Performance Than a Traditional Configuration in Powerlifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 3, p. 784–791, mar. 2016.

ZOURDOS, Michael C. et al. Novel Resistance Training–Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.267-275, Jan. 2016

**ANEXOS**

**ANEXO I. QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)**

## PAR-Q

Physical Activity Readiness Questionnaire  
QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA

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

O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado em incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

SIM	NÃO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas?

### Declaração de Responsabilidade

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário "PAR-Q" e afirmo estar liberado(a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.

Nome do(a) participante:

Nome do(a) responsável se menor de 18 anos:

Data:

Assinatura  
(Assinatura do Responsável no caso de menor de 18 anos)

## ANEXO II. ESCALA DE REPETIÇÕES EM RESERVA (R/R)

10	<b>Esforço máximo</b>
9.5	Sem mais repetições, mas poderia aumentar a carga
9	1 repetição restante
8.5	1-2 repetições restantes
8	2 repetições restantes
7.5	2-3 repetições restantes
7	3 repetições restantes
5-6	4-6 repetições restantes
3-4	<b>Esforço leve</b>
1-2	Pouco ou nenhum esforço



## APÊNDICE I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, estou sendo convidado a participar de um estudo denominado: EFEITO CRONICO DA VARIAÇÃO DO VOLUME DE SERIES NA ESPESSURA MUSCULAR E FORÇA EM HOMENS ADULTOS TREINADOS, cujos objetivos e justificativas são: COMPARAR DIFERENTES VOLUMES DE SERIES NAS ADAPTAÇÕES MORFOLOGICAS E PERFORMANCE DA FORÇA MUSCULAR. A minha participação no referido estudo será no sentido de PARTICIPAR COMO VOLUNTARIO EM UM DOS TREINAMENTOS.

Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar posso esperar alguns benefícios, tais como: AUMENTO DA FORÇA E MUDANÇAS POSITIVAS NA COMPOSIÇÃO CORPORAL.

Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, estarei sujeito aos desconfortos devido um treino de alta intensidade, como náuseas e ou dores musculares devido o treino.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são Professor doutor Charles Ricardo Lopes e o discente de mestrado Leonardo Emmanuel de Medeiros Lima (UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA) e com eles poderei manter contato pelo telefone (11) 94807-8313.

E assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor do estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

SÃO PAULO, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018

## APÊNDICE II. RECORDATÓRIO ALIMENTAR

## Formulário de recordatório de 24 horas

Nome \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Refeições	Alimentos	Preparações e quantidade	Quantidades (medidas caseiras)	
Dejejum Horário				
Colação Horário				
Almoço Horário				
Lanche Horário				
Jantar Horário				
Ceia Horário				
Fora de hora (pizzas,lanches etc.)				

## CÁLCULOS DO RECORDATÓRIO

Total do consumo energético	Kcal	Kcal/kg
Proteínas	g	%
Lipídeos	g	%
Carboidratos	g	%