

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENAN ALBERTON RAMOS

EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO E EXCÊNTRICO SOBRE  
O TESTE DE CARGA MÁXIMA (1RM), ESPESSURA MUSCULAR E EDEMA EM  
HOMENS TREINADOS

CURITIBA

2020

RENAN ALBERTON RAMOS

EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO E EXCÊNTRICO SOBRE  
O TESTE DE CARGA MÁXIMA (1RM), ESPESSURA MUSCULAR E EDEMA EM  
HOMENS TREINADOS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior.

Coorientador: Prof. Dr. Ragami Chaves Alves.

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas  
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Ramos, Renan Alberton

Efeito do treinamento de força concêntrico e excêntrico sobre o teste de carga máxima (1RM), espessura muscular e edema em homens treinados.  
/ Renan Alberton Ramos. – Curitiba, 2020.

70 p.: il.

Orientador: Tácito Pessoa de Souza Junior.

Coorientador: Ragami Chaves Alves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Musculação. 2. Força muscular. I. Título. II. Souza Junior, Tácito Pessoa de. III. Alves, Ragami Chaves, 1982-. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (22. ed.) 613.7188



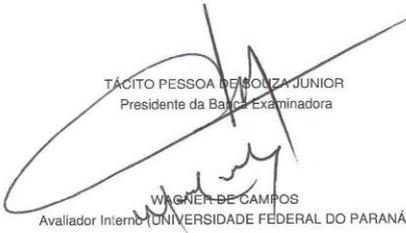
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -  
40001016047P0

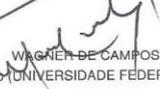
## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **RENAN ALBERTON RAMOS** intitulada: "**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO E EXCÊNTRICO SOBRE O TESTE DE CARGA MÁXIMA (1RM), ESPESSURA MUSCULAR E EDEMA EM HOMENS TREINADOS**", sob orientação do Prof. Dr. TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 27 de Fevereiro de 2020.

  
TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR  
Presidente da Banca Examinadora

  
WAGNER DE CAMPOS  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

  
ROBERTO FARES SIMÃO JUNIOR  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família, meu pai Paulo Sérgio Borges Ramos, minha mãe Adriana Alberton Ramos, minha avó Helena Frozza, e meus irmãos Jean Alberton Ramos e Adrielli Alberton Borges Ramos, pelo apoio e fé na minha capacidade, necessárias para concluir esta etapa.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus ou à entidade maior que nos conduz.

À minha família, pela força e fé para trilhar esta jornada, bem como a paciência pelos dias e horas longe.

Ao meu orientador professor Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior, por partilhar um pouco de seu conhecimento, permitir que me juntasse a família do GPMENUTF e fez com que eu conseguisse desenvolver capacidades muito além das que eu esperava, imprescindíveis em minha formação, bem como acreditar na minha capacidade e permitir que esta missão fosse concluída.

Ao meu coorientador professor Dr. Ragami Chaves Alves, pelo acompanhamento e solução das dúvidas que foram surgindo em todos os momentos, bem como fazer com que eu pudesse desenvolver minhas capacidades e senso crítico.

Ao meu irmão de mestrado Vinicius Roberto Zen, que dividiu alegrias e tristezas ao meu lado ao longo deste período, e que me ajudou muito além do campo acadêmico, servindo de exemplo de força e perseverança a ser seguido.

Aos meus amigos Samuel Perim e Jean Kuchaki, que empenharam todo seu tempo e força disponível em me auxiliar na execução deste projeto, que sem eles talvez não pudesse ser concluído.

À minha família acadêmica, os integrantes do Grupo de Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Treinamento de Força da UFPR, que dividiram trabalho, tristezas e alegrias, durante estes anos.

Aos professores Ms. Keith Sato Urbinati e Dr. Ericson Pereira, por terem me apresentado e me iniciado no mundo da pesquisa, e aberto as portas para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao secretário da Programa de Pós-Graduação em Educação Física Rodrigo Waki, por sempre estar solícito e auxiliar sempre que possível.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”*

**Isaac Newton**

## RESUMO

**Objetivo:** Verificar os efeitos do treinamento de força predominantemente excêntrico ou predominantemente concêntrico, sobre o teste de carga máxima (1RM), espessura muscular e edema mantendo volume de treinamento equalizado em homens treinados. **Métodos:** Participaram do estudo 18 homens treinados (idade:  $24,5 \pm 3,8$  anos; estatura:  $176,4 \pm 7,5$  cm; massa corporal:  $82,0 \pm 12,5$  kg; experiência de treinamento:  $4,8 \pm 1,8$  anos) que foram divididos em três grupos: Excêntrico (EXC, n=6), Concêntrico (CON, n=6) e Grupo Controle (GC, n=6). Os participantes realizaram o treinamento de força com a ação muscular designada para os exercícios de rosca direta e tríceps testa com barra, passando por um período de familiarização de duas semanas com volume crescente de 3 até 6 séries, e assim permanecendo no período de oito semanas de treinamento com 6 séries de 10 repetições, separadas por dois minutos de intervalo entre séries. As variáveis de interesse foram verificadas ao longo do período de avaliação. Para a força muscular, foi realizado o teste de uma repetição máxima (1RM) para ambos os exercícios. Como medida de hipertrofia muscular, foi mensurada a espessura muscular (EM), e para o edema fisiológico, a análise de histograma (US-ECO) por meio da avaliação de ultrassonografia para os flexores e extensores de cotovelo. Para as variáveis paramétricas foi realizado uma ANOVA mista de medidas repetidas, com um *post-hoc* de Bonferroni para detecção das diferenças entre os tempos e grupos. E para as variáveis não-paramétricas espessura muscular distal do tríceps e edema da porção média do bíceps e tríceps braquial, o teste de Friedman, juntamente à um teste de Kruskal-Wallis. **Resultados:** Ambos os grupos obtiveram aumentos significativos no 1RM de flexores de cotovelo, e para os extensores de cotovelo apenas o grupo COM demonstrou aumentos significativos no 1RM após 8 semanas de treinamento. Além disso, aumentos significativos na EM foram obtidos pelo grupo EXC na porção média dos flexores de cotovelo. As medidas de Edema das diferentes porções e grupamentos musculares, não diferiram ao longo do período. **Conclusão:** Ambos os métodos de treinamento foram eficazes para aumentar a força muscular quando equalizado o volume de treinamento, no entanto apenas o grupo EXC demonstrou um aumento significativo para a EM depois de 8 semanas de treinamento.

Palavras-Chave: Treinamento de Força. Treinamento Excêntrico. Treinamento Concêntrico. Força Muscular. Hipertrofia Muscular.

## ABSTRACT

**Objective:** To verify the effects of strength training predominantly eccentric or predominantly concentric, on the test of maximum load (1RM), muscle thickness and edema maintaining equalized training volume in trained men. **Methods:** Eighteen trained men participated in the study (age:  $24.5 \pm 3.8$  years; height:  $176.4 \pm 7.5$  cm; body mass:  $82.0 \pm 12.5$  kg; training experience:  $4.8 \pm 1.8$  years) which were divided into three groups: Eccentric (EXC, n = 6), Concentric (CON, n = 6) and Control Group (CG, n = 6). Participants performed strength training with the muscle action designed for barbell curls and triceps tests with a barbell, going through a two-week familiarization period with an increasing volume of 3 to 6 sets, and staying there for eight weeks. of training with 6 sets of 10 repetitions, separated by two minutes of an interval between sets. The variables of interest were verified throughout the evaluation period. For muscle strength, a maximum repetition test (1RM) was performed for both exercises. As a measure of muscle hypertrophy, muscle thickness (ME) was measured, and for physiological edema, the histogram analysis (US-ECO) using ultrasound assessment for elbow flexors and extensors. For the parametric variables, a mixed analysis of variance of repeated measures (ANOVA) was employed, with a Bonferroni multiplecomparison tests were used to identify any possible differences between times and groups. For the non-parametric variables, distal muscle thickness of the triceps and edema of the middle portion of the biceps and triceps brachii, the Friedman test, together with a Kruskal-Wallis test was employed. **Results:** Both groups obtained significant increases in the 1RM of elbow flexors, and for the elbow extensors, only the COM group showed significant increases in the 1RM after 8 weeks of training. Besides, significant increases in MS were obtained by the EXC group in the middle portion of the elbow flexors. Edema measurements of different portions and muscle groups did not differ over the period. **Conclusion:** Both training methods were effective in increasing muscle strength when equalizing the training volume, however only the EXC group demonstrated a significant increase in MS after 8 weeks of training.

Key Words: Resistance Training. Eccentric Training. Concentric Training. Muscle Strength. Muscle Hypertrophy.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DESENHO ESPERIMENTAL DO ESTUDO .....	33
FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESPESSURA MUSCULAR.....	36
FIGURA 3 – ANÁLISE DE EDEMA FISIOLÓGICO.....	37

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - SUMÁRIO DOS ESTUDOS QUE COMPARAM O TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO E EXCÊNTRICO SOBRE A FORÇA E HIPERTROFIA.....	26
TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES.....	41

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - FORÇA MUSCULAR DE FLEXORES DE COTOVELO.....	42
GRÁFICO 2 - FORÇA MUSCULAR DE EXTENSORES DE COTOVELO .....	43
GRÁFICO 3 - ESPESSURA MUSCULAR DE FLEXORES DE COTOVELO .....	
PORÇÃO PROXIMAL.....	43
GRÁFICO 4 - ESPESSURA MUSCULAR DE FLEXORES DE COTOVELO	
PORÇÃO MÉDIA.....	44
GRÁFICO 5 - ESPESSURA MUSCULAR DE FLEXORES DE COTOVELO .....	
PORÇÃO PROXIMAL.....	45
GRÁFICO 6 - ESPESSURA MUSCULAR DE EXTENSORES DE COTOVELO .....	
PORÇÃO PROXIMAL.....	45
GRÁFICO 7 - ESPESSURA MUSCULAR DE EXTENSORES DE COTOVELO .....	
PORÇÃO MÉDIA.....	46
GRÁFICO 8 - ESPESSURA MUSCULAR DE EXTENSORES DE COTOVELO .....	
PORÇÃO DISTAL.....	46
GRÁFICO 9 - EDEMA DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO PROXIMAL ...	47
GRÁFICO 10 - EDEMA DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO MÉDIA.....	47
GRÁFICO 11 - EDEMA DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO DISTAL .....	48
GRÁFICO 12 - EDEMA DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO PROXIMAL	
.....	48
GRÁFICO 13 - EDEMA DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO MÉDIA .....	49
GRÁFICO 14 - EDEMA DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO DISTAL .....	49

## LISTA DE SIGLAS

- 1RM – Teste de uma repetição máxima
- AST – Área de Secção Transversa Muscular
- BIA – Bioimpedância
- CEP – Comitê de Ética em Pesquisa
- CF – Comprimento do Fascículo
- CON – Grupo Concêntrico
- DEF – Departamento de Educação Física
- EM – Espessura Muscular
- ES – Tamanho do Efeito
- EXC – Grupo Excêntrico
- FAM – Familiarização
- GC – Grupo Controle
- GPMENUTF – Grupo de Pesquisa em Metabolismo Nutrição e Treinamento de Força
- HD – Disco Rígido
- ICC – Coeficiente de Correlação Intraclasse
- LAFEE – Laboratório de Fisiologia do Exercício e Esporte
- MC – Massa Corporal
- MHz- Mega Hertz
- MM – Massa Magra
- MMII – Membros Inferiores
- PAR-Q – Physical Activity Readiness Questionnaire
- PT – Pico de Torque
- PUCPR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná
- RD – Rosca Direta
- RI – Regiões de Interesse
- TCLE – Termo de Consentimento Livre e Escarecido
- TF – Treinamento de força
- TFC – Treinamento de força concêntrico
- TFE – Treinamento de força excêntrico
- TT – Tríceps Testa
- UA – Unidade Arbitrária

UFPR – Universidade Federal do Paraná

US – Ultrassom

## LISTA DE ABREVIATURAS

cm – Centímetros

Din. Isoc. – Dinamômetro Isocinético

Ex – Exemplo

h – Horas

kcal – quilocalorias

kg – quilogramas

min – minuto

mm – Milímetros

reps – Repetições

sem – Semana

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - Percentual

↑ - Aumento

↓ - Diminuição

↔ - Sem mudança

® - Marca registrada

°/s – graus por segundo

$\eta^2_p$  – Eta quadrado Parcial

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.1.1	Objetivo Geral .....	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	20
1.2	HIPÓTESES .....	21
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>22</b>
2.1	TREINAMENTO DE FORÇA .....	22
2.2	TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO.....	23
2.3	TREINAMENTO DE FORÇA EXCÊNTRICO.....	24
2.4	TREINAMENTO CONCÊNTRICO VS EXCÊNTRICO.....	25
2.5	AJUSTES DA FORÇA DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO COMPARADO AO EXCÊNTRICO.....	28
2.6	AJUSTES HIPERTRÓFICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO COMPARADO AO EXCÊNTRICO .....	29
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
3.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO: .....	30
3.2	DESENHO EXPERIMENTAL: .....	30
3.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA: .....	34
3.3.1	Crítérios de Inclusão e Exclusão: .....	34
3.4	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS: .....	35
3.4.1	Antropometria e Bioimpedância:.....	35
3.4.2	Espessura Muscular (EM) e Edema: .....	35
3.4.3	Teste de Uma Repetição para Carga Máxima (1RM):.....	38
3.4.4	Sessão de Treinamento:.....	38
3.5	TRATAMENTO DOS DADOS E ESTATÍSTICA: .....	39
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>50</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
	<b>ANEXO 1 – PHYSICAL ACTIVITY READINESS QUESTIONAIRE</b> .....	<b>59</b>
	<b>ANEXO 2 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA</b> .....	<b>61</b>

<b>APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	
<b>66</b>	
<b>APÊNDICE 2 – ANAMNESE.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE 3 – FICHA DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>70</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Treinamento de Força (TF) tem sido amplamente utilizado como uma parte integral do programa de preparação física (DOUGLAS et al., 2016; KRAEMER; DUNCAN; VOLEK, 1998) de atletas com intuito de melhorar o desempenho e rendimento nos esportes em geral.

Um dos ajustes provindos do TF é a hipertrofia muscular, podendo ser definida como o aumento da massa muscular e área de secção transversa (AST), por meio do incremento de proteínas contráteis (DEFREITAS et al., 2011). Este ajuste tem sido associado com aumentos na produção de força produzindo um efeito benéfico em diferentes modalidades esportivas (SUCHOMEL et al., 2018; HÄKKINEN; KESKINEN, 1989).

Dentre as variáveis do TF buscando a hipertrofia muscular, a manipulação das ações musculares tem ganhado relevância no desenvolvimento da hipertrofia musculoesquelética (FARTHING; CHILIBECK, 2003; FRANCHI et al., 2014; FRANCHI et al., 2017; MAEO et al., 2018; MOORE et al., 2012; ROIG et al. 2009; SCHOENFELD et al., 2017; VIKNE et al., 2006).

Ao comparar o treinamento de força excêntrico (TFE) supra-máximo (110%1RM) e submáximo (80%1RM), Krentz et al., (2017) observaram que ambas abordagens foram efetivas, sem diferenças entre si, para melhora de força e hipertrofia muscular após oito semanas de treinamento. Em virtude das ações excêntricas produzirem maiores danos musculares comparadas as ações concêntricas, Stock et al., (2017), em seu estudo utilizando treinamento de força concêntrico (TFC) para evitar grandes quantidades de dano muscular, mostrou que em apenas 7 sessões de treinamento CON, foram efetivas para gerar hipertrofia muscular, porém não para a força muscular. Contudo, a literatura apresenta estudos com algumas limitações que pode impedir em alguns casos, uma transferência dos resultados para a prática. Os estudos de Krentz et al., (2017) e Stock et al., (2017), analisaram apenas uma ação muscular em suas intervenções, o que impossibilita a comparação da real efetividade entre as ações. Outros estudos compararam o treinamento com as ações concêntricas e excêntricas (HIGBIE et al., 1996; CADORE et al., 2014; KIM et al., 2015; TIMMINS et al., 2016), verificando as variáveis força e hipertrofia, porém o equipamento utilizado (Dinamômetro Isocinético) difere dos equipamentos habitualmente encontrados em salas de

treinamento, limitando a transferência destes resultados. Apenas nos estudos de Farup et al. (2014) e Duhig et al. (2019), a intervenção foi realizada em equipamentos convencionais de academia.

O volume de treino é outra variável que afeta estes resultados, a qual não foi totalmente elucidada ou controlada nos estudos supracitados, e o controle e equalização do volume de treino, poderia promover um melhor entendimento das respostas da intervenção, de forma a não subestimar ou superestimar os resultados das intervenções (MCBRIDE et al., 2009). Apenas nos estudos de Moore et al., (2012), que após nove semanas de TF no dinamômetro isocinético não encontraram diferenças entre as ações musculares, e Maeo et al., (2018), reportaram que mesmo com o trabalho equalizado, as ações musculares excêntricas foram superiores as concêntricas na resposta hipertrófica.

Apesar dos estudos supracitados apresentarem respostas estatisticamente significativas às intervenções, a população escolhida variou entre destreinados e recreacionalmente ativos, que podem não possuir ainda um recrutamento muscular adequado e ter ajustes neurais mais pronunciados em comparação aos ajustes hipertróficos (VIKNE et al., 2006). Até o nosso conhecimento atual, nenhum estudo reportou estas comparações em indivíduos com algum nível de treinabilidade em TF.

Partindo dessa premissa, surge o seguinte problema: “Qual efeito do treinamento de força predominantemente excêntrico e predominantemente concêntrico, mantendo o volume de treinamento equalizado, sobre as respostas do teste de 1 repetição para carga máxima, espessura muscular e edema em homens treinados”?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

- Verificar os efeitos do treinamento de força predominantemente excêntrico e predominantemente concêntrico, sobre o teste de uma repetição para carga máxima espessura muscular e edema, mantendo volume de treinamento equalizado em homens treinados.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Verificar se o efeito do treinamento de força predominantemente excêntrico e predominantemente concêntrico sobre a espessura muscular difere entre as porções proximal, média e distal dos músculos.
- Verificar o efeito do treinamento de força predominantemente excêntrico ou predominantemente concêntrico sobre a presença de edema fisiológico entre as porções proximal, média e distal dos músculos.

## 1.2 HIPÓTESES

H0: O treinamento de força predominantemente excêntrico e predominantemente concêntrico não difere entre si nas respostas de teste de uma repetição para carga máxima, espessura muscular e edema com o volume de treinamento total equalizado.

H1: O treinamento de força predominantemente excêntrico e predominantemente concêntrico difere entre si nas respostas de teste de uma repetição para carga máxima, espessura muscular e edema com o volume de treinamento total equalizado.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Os tópicos iniciais apresentam uma breve revisão sobre o treinamento de força, bem como o treinamento das ações musculares em separado concêntrica e excêntrica sobre seu histórico e principais respostas decorrentes destes tipos de treinamento. Objetivando um maior aprofundamento na temática foi realizada uma revisão sistemática apenas sobre o efeito do treinamento excêntrico comparado ao treinamento concêntrico sobre a força e hipertrofia muscular.

### 2.1 TREINAMENTO DE FORÇA

O TF tem por objetivo primário a melhora da força muscular, definida como a capacidade de produzir força contra uma resistência externa (STONE, 1993). Esta capacidade é considerada de relevante para o desempenho esportivo (SUCHOMEL et al., 2016), bem como para benefícios na saúde e envelhecimento (MCLEOD et al., 2016).

O interesse em entender como esta modalidade de treinamento e seus benefícios têm início no final do século XIX, baseados em feitos impressionantes de demonstração de força, e na prática de alguns considerados “experts” na época. Durante o século XX, de forma mais significativamente na década de 40 iniciou a produção de conhecimento científico sobre o funcionamento do TF, por meio de nomes como Thomas L. Delorme. Com o passar dos anos e décadas, o desenvolvimento de técnicas e equipamentos para a avaliação dos ajustes do treinamento se tornaram mais práticos e sensíveis, possibilitando o presente entendimento de como o TF pode propiciar benefícios (KRAEMER et al., 2017).

A força muscular pode ser expressa em diferentes maneiras, tais como a máxima força dinâmica, força isométrica e força reativa, e pode ser afetada por níveis iniciais de força, genética e nível de treinamento (SUCHOMEL et al., 2018). Outro fator que pode promover ajustes na força, é a hipertrofia muscular, que é um dos ajustes propiciados pelo TF (GOLDBERG et al., 1975).

Evidências sugerem que os ajustes hipertróficos teriam um potencial benéfico no aumento da produção de força (SUCHOMEL et al., 2018), em que um aumento da área de secção transversa muscular (AST) poderia promover aumentos na

produção de força, como encontrado pela literatura uma relação forte ( $r= 0.70$ ) entre essas duas variáveis (HÄKKINEN; KESKINEN, 1989).

Uma explicação de como o aumento AST poderia aumentar a produção de força seria devido à ajustes na arquitetura muscular, por meio do aumento do ângulo de penação, que poderia aumentar essas interações de actina e miosina devido à aglomeração de fascículos dentro da área (SUCHOMEL et al., 2018), ou pelo aumento do comprimento do fascículo, com o acréscimo de sarcômeros em série, tendo impacto na velocidade de encurtamento da fibra muscular, podendo ter efeito no desempenho muscular (FRANCHI et al., 2017).

Desta forma, o entendimento de como os ajustes hipertróficos, bem como as metodologias e as características do TF, pode promover subsídio para prescrições de treinamento de forma segura e eficaz para melhora destas variáveis (ACSM, 2009).

## 2.2 TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO

O Treinamento de Força Concêntrico (TFC) tem por característica a realização da ação muscular concêntrica isolada, responsável pela “fase de levantamento” durante o movimento (FRANCHI et al., 2014), em que os músculos se encurtam e exercem força (FRANCHI et al., 2017).

Esta metodologia de treinamento tem se mostrado viável para ajustes hipertróficos sem a presença de edema após semanas de treinamento, o que parece bem interessante do ponto de vista prático, onde indivíduos menos treinados sofrem com o dano muscular e dor muscular de início tardio presente após ações excêntricas (STOCK et al., 2017). Entretanto, o TFC tem demonstrado maiores níveis de estresse metabólico comparado ao Treinamento de Força Excêntrico (TFE) (HORSTMANN et al., 2001).

A principal característica deste método de treinamento refere-se ao ajuste na arquitetura muscular, em que aumentos no ângulo de penação das fibras musculares é mais proeminente nesse tipo de treinamento (FRANCHI et al., 2017). Ao investigar os ajustes na arquitetura muscular, Franchi et al., (2014), verificaram aumento de 30% no ângulo de penação do vasto lateral após 10 semanas de TFC.

## 2.3 TREINAMENTO DE FORÇA EXCÊNTRICO

O TFE, tem por característica a execução da ação muscular excêntrica, ocorrendo a contração muscular enquanto o musculo é alongado (FRANCHI et al., 2017), podendo ser definida como “fase de descida” do movimento (FRANCHI et al., 2014).

As ações excêntricas são responsáveis por duas funções presentes nas atividades diárias: a primeira pela dissipação de energia mecânica durante a desaceleração do corpo (ex: descer escadas) e a segunda durante a conversão de energia cinética em energia elástica pelos tendões, resultando em menor trabalho muscular para se locomover (FRANCHI et al., 2017).

A literatura apresenta que as ações excêntricas geram mais força quando comparadas às ações concêntricas e isométricas (DOSS; KARPOVICH, 1965), gerando de 20 a 50% a mais de força que as ações concêntricas (BAMMAN et al., 2001). Outras características das ações excêntricas são: menor custo metabólico e menor atividade neuromuscular para mesma produção de trabalho comparado à ação concêntrica (TESCH et al., 1990), porém uma grande presença de dano muscular (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2013; PROSKE; MORGAN, 2001).

Um dos mecanismos postulados sobre os ajustes hipertróficos do TFE se dá pelo dano muscular, entretanto, uma associação direta ainda não foi estabelecida (SCHOENFELD, 2012), e em aplicação prática, Maeo et al., (2018), observaram ajustes hipertróficos do TFE após quatro semanas, porém sem a presença de edema, sendo esta variável mensurada para se quantificar dano muscular (DAMAS et al., 2016).

Ajustes na arquitetura muscular também são observados após o TFE, principalmente sobre a mudança no comprimento dos fascículos (FRANCHI et al., 2014; FRANCHI et al., 2017; TIMMINS et al., 2016). Ao analisar estes ajustes do TFE, Franchi et al., (2014), encontraram um aumento de 12% no comprimento do fascículo (CF) do vasto lateral. Da mesma maneira, Timmins et al. (2016) verificaram um aumento de 16% no CF do bíceps femoral.

Uma explicação teórica sobre esses ajustes seria por meio do incremento dos sarcômeros em série, ajuste esse que poderia ter um efeito “protetor” após o dano muscular referente ao TFE (FRANCHI et al., 2017).

## 2.4 TREINAMENTO CONCÊNTRICO VS EXCÊNTRICO

Para melhor entendimento sobre as diferenças entre as metodologias de treinamento, uma revisão de literatura foi realizada de forma sistemática (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). Foram utilizadas as seguintes bases de dados online: Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, Lilacs, SPORTDiscus, Cochrane e CINAHL.

As buscas foram realizadas no dia 31 de janeiro de 2019, utilizando-se das seguintes combinações: Para as ações excêntricas ("eccentric training" OR "eccentric exercise" OR "eccentric contraction" OR "lengthening contraction" OR "negative work") AND; Para as ações concêntricas ("concentric training" OR "concentric contraction" OR "concentric exercise" OR "shortening contraction" OR "positive work") AND; Para o tipo de treinamento ("resistance training" OR "resistance exercise" OR "strength training" OR "strength exercise" OR "weightlifting" OR "weight lifting") AND; E para o desfecho de força ou hipertrofia ("strength" OR "muscle strength" OR "force" OR "hypertrophy" OR "muscle hypertrophy" OR "csa" OR "cross sectional area" OR "muscle growth" OR "growth" OR "muscle mass" OR "lean body mass").

Após as buscas, um total de 1021 artigos foram encontrados, entretanto 229 destes foram classificados como duplicados. Após a leitura dos títulos, 678 artigos foram rejeitados, restando 114 para a leitura dos resumos, e após a leitura dos mesmos, apenas 35 foram selecionados para leitura do artigo na íntegra.

Após a aplicação dos critérios de exclusão: (1) estudos anteriores à 2009; (2) não comparação de concêntrico isolado e excêntrico isolado; (3) intervenção não inferior a 4 ou maior que 12 semanas; (4) idosos; (5) crianças; (6) patologias; (7) não avaliação da força por meio de torque ou uma repetição máxima (1RM); (8) não avaliação da hipertrofia por meio de Ultrassom, Ressonância Magnética ou Tomografia Computadorizada; foram selecionados 8 estudos para inclusão na revisão.

Na Tabela 1, podemos observar os resultados da revisão sistemática sobre os efeitos do treinamento concêntrico e excêntrico sobre os ajustes na força e hipertrofia em adultos saudáveis.

TABELA 1 – SUMÁRIO DOS ESTUDOS QUE COMPARAM O TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO E EXCÊNTRICO SOBRE A FORÇA E HIPERTROFIA.

(continua)

Estudo	Amostra	Intervenção	Avaliação da Força	Avaliação de Hipertrofia	Resultado
Cadore et al., 2014	22 voluntários (14 mulheres e 8 homens).	6 semanas. 2x semanais. MMII direito foi treinado e o esquerdo utilizado como controle. As séries progrediram de 2-5, e as reps de 8-12 máximas ao longo da intervenção, realizadas à 60°/s.	Isocinético: Pico de Torque	Ultrassom: Espessura muscular	CON e EXC ↑ PT Concêntrico e Excêntrico, sem diferenças entre grupos. CON e EXC obtiveram ↑ significativos na MT, sem diferença entre os grupos.
Farup et al., 2014	22 homens jovens recreacionalmente ativos 23.9 ± 0.8 anos	12 semanas 3 x sem - Extensão de joelhos convencional (Estensora Technogym) Volume e intensidade progressivos	Isocinético: Contração voluntária máxima (Pico de torque)	Ressonância magnética: Área de secção transversa	CON e EXC ↑ a AST sem diferença entre si. Contração voluntária máxima ↑ significativamente comparado ao pré, sem diferença entre CON e EXC.
Rahbek et al., 2014	24 homens jovens recreativamente ativos. 23.9 ± 0.8 anos.	12 semanas 3 x sem - Extensão de joelhos convencional (Estensora Technogym)	Não verificado	Ressonância magnética: Área de secção transversa	CON e EXC ↑ a AST sem diferença entre si, porém o grupo suplementado com WHD foi significativamente maior que o grupo PLA.
Kim et al., 2015	13 participantes: 7 mulheres e 6 homens recreacionalmente ativos. 28.2 ± 8.3 anos. Randomizado pré-pós sujeito único	8 semanas. 3x semanais de 15 minutos - Abdução de ombros no plano escapular, no din. Isoc. Sem 1 a 4: 4 series de 8 reps à 60°/s de esforço máximo. Sem 5 a 8: 6 series de 6 reps à 60°/s de esforço máximo. 1 min de intervalo entre séries.	Isocinético: Pico de Torque	Ultrassom: Espessura muscular	Ambos grupos ↑ a força, sem diferença entre si. Ambos grupos ↑ na espessura muscular, sem diferença entre si.

(conclusão)

Timmins et al., 2016	28 homens recreacionalmente ativos. 22.3 ± 4.2 anos. CON vs EXC. Realizado em um dos MMII, tendo o Controle o MMII contralateral.	6 semanas. 1ª sem. 2 x, demais sem. 3 x. Treinamento de força CON ou EXC para flexores do joelho no isocinético. Sem 1: 4x6. Sem 2: 4x6. Sem 3: 5x6. Sem 4: 5x8. Sem 6: 6x8.	Isocinético: Pico de Torque	Ultrassom: Espessura muscular	↔ entre os grupos para AST. Ambos Grupos ↑ o pico de torque concêntrico e excêntrico após as 6 sem.
Santos et al., 2018	28 homens saudáveis. 20.0 ± 3.3 anos. Separados em 3 grupos: Controle (Con=8); Treinamento Concêntrico (GCon=11) e Excêntrico (GEcc=9).	15 semanas. 3x semanais. O treinamento consistiu em contrações CON e EXC máximas para Extensores e Flexores de joelho no din. Isoc.	Isocinético: Pico de Torque	Ultrassom: Espessura muscular	Ambos GEcc e GCon ↑ o torque máximo após 15 semanas sem diferença entre si, comparado ao Con. Ambos GEcc e GCon ↑ a MT após 15 semanas sem diferenças estatísticas entre os grupos.
Ruas et al., 2018	40 homens. 22.9 ± 2.3 anos. CON/CON (n = 10), ECC/ECC (n = 10), CON/ECC (n = 10,) ou (CTRL n = 10).	6 semanas de treinamento no din. Isocinético para extensores e flexores de joelho.	Não verificado	Ultrassom: Espessura muscular	Ambos grupos ↑ a espessura muscular do quadríceps e isquiotibiais comparados ao CTRL.
Duhig et al., 2019	30 homens recreativamente ativos. 22.8 ± 4.1 anos. CON vs EXC.	5 semanas de treinamento para isquiotibiais. 2x semanais. 9 sessões ao todo. Séries progressivas ao longo das semanas: 2-5x 6 reps.	Célula de carga: Torque	Ultrassom: Espessura muscular	Ambos grupos EXC e CON ↑ AST e Torque comparado ao pré-teste, porém sem diferença entre os grupos.

FONTE: O Autor, 2020.

LEGENDA: CON: Concêntrico; EXC ou ECC: Excêntrico; CTRL: Controle; ↑: Aumento; ↓: Diminuição; ↔: Sem mudança; MMII: Membros Inferiores; Reps: Repetições; Máx: Máximas; RM: Repetições máximas; Din. Isoc: Dinamômetro Isocinético; AST: Área de Secção Transversa Muscular.

## 2.5 AJUSTES DA FORÇA DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO COMPARADO AO EXCÊNTRICO

Com o intuito de investigar as respostas presentes na literatura comparando o treinamento de força concêntrico e excêntrico sobre as respostas na força muscular, a maioria dos estudos avaliados encontraram aumentos estatisticamente significantes do TFC e TFE sobre esta variável (CADORE et al., 2014; DUHIG et al., 2019; FARUP et al., 2014; KIM et al., 2015; SANTOS et al., 2018; TIMMINS et al., 2016). Entretanto, em nossa busca dois estudos que compararam o treinamento CON e EXC não tiveram avaliação da variável força (RAHBEK et al., 2014; RUAS et al., 2018).

Independentemente do tempo de intervenção que variou de cinco a quinze semanas, com frequência mínima de duas vezes semanais, a literatura apresentou aumento no pico de torque após o treinamento, diferindo apenas no modo de avaliação desta capacidade, em que apenas o estudo de Duhig et al. (2019) utilizou-se da avaliação por meio de célula de carga, e os demais estudos utilizando-se da avaliação por meio do dinamômetro isocinético (CADORE et al., 2014; FARUP et al., 2014; KIM et al., 2015; SANTOS et al., 2018; TIMMINS et al., 2016).

Outro aspecto importante foi o modo de treinamento, que também diferiu entre os estudos, e em apenas nos estudos de Farup et al. (2014) e Duhig et al. (2019) foram utilizados equipamentos convencionais de treinamento de força presentes nos centros de treinamento e academias (Extensora e Flexora de Joelhos com bateria de pesos). O modo de treinamento dos demais estudos, foi por meio da execução no dinamômetro isocinético para ambas as condições CON e EXC, que tiveram uma variação na velocidade angular empregada para o treinamento, utilizando-se de velocidades lentas (60°/s) até velocidades rápidas (210°/s), ambas significativamente efetivas no aumento do torque (CADORE et al., 2014; KIM et al., 2015; SANTOS et al., 2018; TIMMINS et al., 2016).

Independentemente do tipo de ação muscular executada CON ou EXC, os resultados apresentam que ganhos em força podem ser alcançados em um período de 5 a 15 semanas de treinamento.

## 2.6 AJUSTES HIPERTRÓFICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO COMPARADO AO EXCÊNTRICO

Ao avaliarmos a literatura sobre a resposta do TFC e TFE sobre ajustes na hipertrofia muscular, verificou-se que a grande maioria dos estudos encontraram aumentos estatisticamente significativos para esta variável (CADORE et al., 2014; DUHIG et al., 2019; FARUP et al., 2014; KIM et al., 2015; RAHBEEK et al., 2014; RUAS et al., 2018; SANTOS et al., 2018).

Entretanto, o estudo de Timmins et al. (2016) não encontrou diferenças estatisticamente significativas na espessura muscular, avaliada por ultrassonografia, após 6 semanas de treinamento CON e EXC para flexores de joelho no dinamômetro isocinético. Porém, Cadore et al. (2014) em seu estudo, com mesma duração e intervenção semelhante encontraram aumentos significativos na espessura muscular do vasto lateral para ambos grupos (CON:  $10.9 \pm 6.1\%$ , ES = 0.55; ECC:  $12.2 \pm 8.1\%$ , ES = 0.47), sem diferença entre os mesmos.

Os achados da nossa busca bibliográfica não corroboram os dados de revisões prévias do mesmo tema (ROIG et al., 2009; SCHOENFELD et al., 2017). Em seu estudo Roig et al. (2009), encontrou que o treinamento EXC se mostrou mais efetivo que o CON, porém informando limitações de análise de alguns estudos presentes em sua revisão. Da mesma forma, Schoenfeld et al. (2017) encontrou uma pequena superioridade do treinamento EXC (10.0%) comparado ao CON (6.8%) sobre a hipertrofia muscular. Porém devido à diferença do tamanho do efeito entre as intervenções (0.25), ser considerado pequeno, não se pode afirmar que o treinamento EXC é superior ao treinamento CON.

Ao avaliarmos a literatura, buscando sanar algumas limitações das revisões supracitadas, verificamos que ao adotar apenas estudos com avaliações da hipertrofia muscular por meio de avaliações padrão ouro (Ressonância Magnética, Ultrassonografia e Tomografia Computadorizada), encontramos que ambas metodologias de treinamento (CON e EXC), são efetivas para ajustes hipertróficos em um período de 6 semanas em adultos saudáveis, sem diferenças entre si.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO:

O presente estudo é caracterizado como quase-experimental, longitudinal com medidas repetidas, tendo em vista que houve manipulação da variável independente (Treinamento de Força Concêntrico ou Excêntrico), para verificar o efeito sobre as variáveis dependentes (Força Muscular e Espessura Muscular) (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). As coletas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício e Esporte (LAFEE) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) em parceria com o Laboratório do Grupo de Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Treinamento de Força - GPMENUTF da Universidade Federal do Paraná (DEF-UFPR). O projeto passou por apreciação do comitê de ética da PUCPR, e foi aprovado, sob o parecer nº 3.665.324 (ANEXO 2).

#### 3.2 DESENHO EXPERIMENTAL:

A participação no presente estudo foi autorizada somente mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguindo as normas do Conselho Nacional de Saúde (resolução nº 466/2012).

O presente estudo foi dividido em quatro etapas, as quais foram realizadas da seguinte maneira: na etapa 1 (Pré Teste) os participantes realizaram três visitas no laboratório onde preencheram o questionário *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q) (ANEXO 1), bem como, o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 1), anamnese (APÊNDICE 2). Ainda nesse dia foram submetidos as medidas antropométricas e o protocolo de bioimpedância (BIA), anotando-se os dados em uma ficha de avaliação (APÊNDICE 3). Em outro momento desempenharam a familiarização com o teste de uma repetição para carga máxima (1RM) para os exercícios de rosca direta com barra e tríceps testa com barra, 48h após de intervalo para descanso, foram familiarizados à avaliação de ultrassonografia para mensurar a espessura muscular (EM) e Edema fisiológico naturalmente provindo da resposta ao TF, e novamente testados para o 1RM. Novamente descansaram 48h e repetiram os testes e as medidas com intuito de avaliar a reprodutibilidade e quantificação da carga a ser utilizada no protocolo de

treinamento. Devido às ações excêntricas suportarem uma carga de 20 a 40% mais elevada que as ações concêntricas (DOSS; KARPOVICH, 1965), foi adotado um valor de 20% acima da carga máxima do teste de 1RM dos avaliados como 1RM excêntrico, para então o cálculo de carga do treinamento ser equalizado entre as ações musculares. A intensidade do treinamento será de 80% de 1RM tanto CON quanto EXC, previamente reportada pela literatura para promover ajustes na força e hipertrofia dos participantes (ACSM, 2009).

Ao término de todos esses procedimentos, na segunda etapa (Familiarização), os participantes foram divididos randomicamente entre os grupos Excêntrico (EXC) (n=6); Concêntrico (CON) (n=6) e Grupo Controle (GC) (n=6) e a intervenção teve início. Nesta etapa realizaram 4 visitas ao laboratório separadas por 48 a 72 horas, compreendidas em um período de duas semanas, período este já relatado como suficiente para a familiarização à um programa de TF (SOUZA JÚNIOR, 2005). Medidas de Ultrassonografia foram tomadas nas visitas 1 e 3, e os participantes realizaram quatro sessões de treinamento, tendo o volume de treinamento começando em três séries para cada condição (CON e EXC), quatro séries na segunda sessão, aumentando uma série (cinco séries) na terceira sessão e aumentando mais uma série na quarta sessão de treinamento até que seis séries sejam alcançadas, realizando 10 repetições em cada série à 80% de 1RM de cada condição (CON ou EXC) para se familiarizarem ao método.

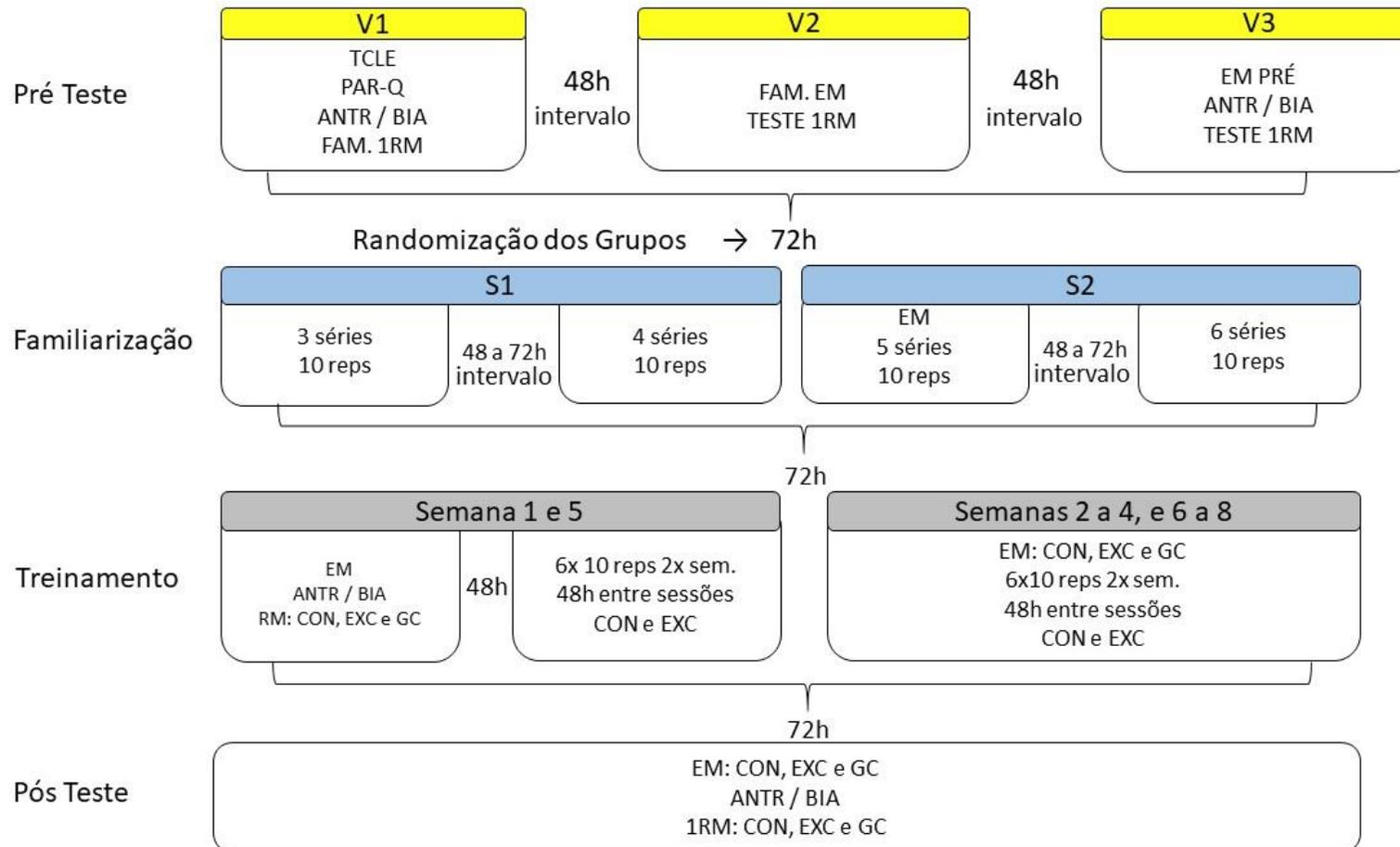
A análise de EM e Edema, foi monitorada semana a semana em todos os grupos, durante todo o período do estudo, tanto para o período de familiarização quanto ao de treinamento. As avaliações dos ajustes semanais ocorrerão previamente à primeira sessão de treinamento da semana subsequente (Ex.: Avaliação da Semana 1 no início da primeira sessão de treino da Semana 2, Avaliação da Semana 2 no início da primeira sessão de treino da Semana 3, e assim sucessivamente ao longo do período de intervenção), diferenciando-se apenas a avaliação da última semana de treinamento que será realizada na etapa 4 (Pós Teste).

A terceira etapa foi referente ao treinamento e foi compreendida num período de oito semanas, previamente as sessões de exercícios e após decorridas quatro semanas, medidas de MC, Circunferências, BIA, EM e 1RM foram realizadas nos três grupos para acompanhamento e ajustes da intervenção. O treinamento contou com 2 sessões semanais separadas por 48 a 72h entre sessões, totalizando 16

sessões, realizando-se 6 séries de 10 repetições à 80% de 1RM de cada condição (CON ou EXC) para os exercícios de RD e TT, preferencialmente no mesmo horário e período do dia, evitando possíveis influências do ritmo circadiano.

Ao término da terceira etapa, os participantes retornaram 72h após para a etapa 4, referente ao Pós Teste, novamente avaliando-os para MC, BIA, 1RM para ambos exercícios e avaliação de ultrassonografia.

FIGURA 1. Desenho experimental do estudo.



FONTE: O Autor, 2020. Legenda: TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; PAR-Q: Questionário de Prontidão para Atividade Física; ANTR / BIA: Antropometria e Bioimpedância; FAM: Familiarização; Repts: Repetições; S1: Semana 1 de familiarização; S2: Semana 2 de familiarização.

### 3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA:

O recrutamento foi por conveniência (intencional), sendo realizado em centros de treinamento em Curitiba-PR. Todos os participantes deveriam estar de acordo com os critérios adotados, inclusão e exclusão. O tamanho da amostra foi estimado por meio de uma análise no *software* G\*Power 3.1.9.2 (Heinrich-Heine-Universität Dusseldorf, Dusseldorf, Germany) utilizando parâmetros para o teste da família  $F$  (ANOVA de medidas repetidas, com interação intra e intergrupos). Os valores adotados para o cálculo foram nível de significância de 95%, um poder estatístico de 80% e tamanho de efeito 0.25 (médio) que resultaram em 18 participantes por grupo. Porém, foi acrescentado 30% na estimativa sugerida pelo cálculo amostral totalizando 24 indivíduos por grupo. Contudo, o presente estudo foi composto por 18 homens (EX=6; CON=6; CO=6) treinados (Tabela 2). Apesar do cálculo, este tamanho amostral final foi devido à: Desistência (n=1); Falta em 2 ou mais visitas consecutivas (n=4); Machucou-se durante a intervenção (n=1).

#### 3.3.1 Critérios de Inclusão e Exclusão:

Como critério de inclusão foram selecionados: a) homens saudáveis; b) participantes que praticassem TF à pelo menos um ano com frequência de pelo menos três sessões semanais; c) ter respondido todas alternativas do questionário PAR-Q com “não”; d) autorrelato de não utilizarem substâncias anabólicas androgênicas; e) autorrelato de não utilizarem suplementos alimentares que possam influenciar os resultados do treinamento (Creatina), ou que sejam estimulantes (Cafeína, Pré-Treinos); f) abster-se dos treinos / exercícios isolados para flexores e extensores de cotovelo (Grupos Experimentais).

Como critério de exclusão não foram selecionados participantes que autorrelataram ser: a) indivíduos que sejam fumantes; b) usuários de medicamentos, substâncias anabólicas androgênicas ou similares; c) drogas ilícitas; d) suplementos que possam afetar o desempenho; e) lesões osteomioarticulares, ou qualquer limitação médica que pudessem comprometer ou influenciar o desempenho dos mesmos.

### 3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS:

#### 3.4.1 Antropometria e Bioimpedância:

Para as medidas de massa corporal total (MC), foi utilizada uma balança mecânica (Toledo®, modelo 2096, São Paulo, Brasil) com escala em 0,1 kg. Os indivíduos trajaram roupas leves e se posicionaram no centro da balança, eretos, com o peso bem distribuído entre os pés, sendo aferido o valor de MC quando ele ficou estabilizado. A massa corporal será registrada em quilogramas (kg), com precisão de 100 gramas.

Para determinação da estatura, foi utilizado um estadiômetro móvel (Sanny®, modelo Standard, São Bernardo do Campo, Brasil), com escala em 0,1 centímetro (cm) e resolução em milímetros (mm).

As medidas de percentual de gordura (%G) e massa magra (MM) serão obtidas por meio da avaliação de bioimpedância, que foram realizadas com um equipamento *InBody* modelo 120 (InBody CO., LTD, Seoul, Korea), de arranjo tetrapolar. Os procedimentos de avaliação foram realizados de acordo com as indicações de alimentação, hidratação e mensuração informadas pelo fabricante.

#### 3.4.2 Espessura Muscular (EM) e Edema:

Como medida de hipertrofia muscular foi realizado a medida de espessura muscular (Figura 2) para detectar ajustes musculares através de ultrassonografia (US), já para análise de edema, que é uma resposta fisiológica natural ao TF, foi realizada a análise de ultrassonografia intensidade-eco (US-ECO). Utilizando um ultrassom modo-B (ECO3, Chison Medical Imaging, Ltd, Jiang Su Province, China), e um transdutor de matriz linear de 10-MHz, foram adquiridas as imagens de ultrassonografia dos flexores e extensores de cotovelo, que foram armazenadas em disco rígido (HD) para análises da espessura muscular e edema.

FIGURA 2. ANÁLISE DE ESPESSURA MUSCULAR



Fonte: O Autor (2020).

Os participantes previamente à análise permaneceram deitados, com corpo relaxado e joelhos estendidos, por no mínimo 15 minutos para permitir equilíbrio dos fluidos (BERG et al., 1993). Um indivíduo treinado para fazer as análises realizou o procedimento de ultrassonografia, onde foi aplicado um gel transmissor aqua-solúvel no transdutor de matriz linear de 10-MHz para providenciar contato acústico sem deprimir a pele, sendo posicionado de forma perpendicular aos feixes de fibras musculares, à 50, 60 e 70% da distância do processo acrômio da escápula e o olécrano do úmero, nas regiões anterior (Bíceps Braquial e Braquial) e posterior do braço (Tríceps Braquial) (ISHIDA et al., 1992; MATTA et al., 2011). A distância entre os pontos de referência foi realizada por um paquímetro de segmento, e anotada para minimizar alterações da medida do sítio de avaliação.

Para analisar as imagens da ultrassonografia e ultrassonografia intensidade-eco, foi utilizado o *software* ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA), para determinar as regiões de interesse (RI) musculares. As RI foram determinadas partindo da fáscia muscular superficial até a fáscia profunda de cada

grupamento muscular, e a espessura muscular pela distância entre elas (CARESIO et al., 2015).

Para as análises de ultrassonografia intensidade-eco foi utilizado a função retângulo (Figura 3) do *software* incluindo a maior parte da massa muscular de cada RI sem incluir fáscia. Tendo seu valor médio calculado por valores de 0 (preto) e 255 (branco) unidades arbitrárias (UA) (JENKINS et al., 2015). Os resultados obtidos, se deram em um histograma, e caso alguma abnormalidade como o edema fisiológico seja encontrada, maiores valores de ecogenicidade (maiores áreas brancas) serão encontrados (DAMAS et al., 2016).

FIGURA 3. ANÁLISE DE EDEMA FISIOLÓGICO



Fonte: O Autor (2020).

### 3.4.3 Teste de Uma Repetição para Carga Máxima (1RM):

Para a determinar a força muscular máxima dos participantes para flexores e extensores de cotovelo, foi realizado o teste de uma repetição máxima para os exercícios de rosca direta com barra (RD) e tríceps testa com barra (TT) respectivamente, de acordo com as diretrizes propostas por Brown e Weir (2001), compostos de uma sessão de familiarização e duas para o teste final, obtendo desta forma um valor mais fidedigno da medida (DIAS et al., 2005).

Os participantes realizaram um aquecimento prévio para os exercícios RD e TT, com uma série de oito repetições à 50% de 1RM percebida, seguida de uma segunda série de três repetições à 70% de 1RM percebida. Após as séries de aquecimento a carga foi acrescida, e os participantes realizaram as tentativas de uma repetição máxima, considerando-se válida a repetição com amplitude de movimento completa. Caso o participante vencesse a carga com movimento completo, a carga foi aumentada e uma nova tentativa foi realizada, com intervalo de 3 a 5 minutos entre repetições, até que ele não conseguisse realizar o movimento completo, sendo adotado a carga máxima referente a última repetição completa.

Durante o teste, caso a carga máxima não seja alcançada em 5 repetições, um novo teste deverá ser realizado em outro dia, a fim de evitar efeitos da fadiga sobre a resposta do teste.

### 3.4.4 Sessão de Treinamento:

Todas as sessões de treinamento foram compostas por aquecimento, protocolo de exercício proposto pelo estudo e mensuração da EM. O aquecimento foi composto de um exercício preparatório de 1 a 2 séries de 10 a 12 repetições à 40-50%1RM com intervalo de 1 minuto para ambos os exercícios. Em seguida realizarão 6 séries de 10 repetições para RD e TT da ação muscular designada com 2 minutos de intervalo entre cada série. O protocolo de treino desempenhado para EXC e CON, foram 6 séries de 10 repetições com 80% de 1RM respectivo para os exercícios rosca direta com barra (RD) e tríceps testa com barra (TT). Em cada repetição dos exercícios a barra foi depositada na mão do participante com a ajuda de 2 auxiliares no início do movimento de cada ação muscular designada (CON ou EXC), e retirada ao final da amplitude de movimento, evitando desta forma executar

ações musculares não pertencentes ao grupo de treinamento alocado, até que o número de repetições desejado fosse alcançado.

Durante todo o estudo, o volume de treino entre os grupos CON e EXC foi equalizado utilizando-se do cálculo de volume relativo, multiplicando-se o número de séries pelo número de repetições e pelo percentual de intensidade (ex.:  $6 \times 10 \times 0,80$  (80%) = 48), método este evita enganos devido a diferença de níveis de força entre os participantes (CHANDLER; BROWN, 2018).

O Grupo Controle (GC) manteve seu treinamento habitual, e não participou das sessões de treino propostas pelo presente estudo, somente realizou as avaliações para comparar se a proposta do estudo difere do treinamento comumente realizado nas academias.

### 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS E ESTATÍSTICA:

Inicialmente, os dados foram tabulados, organizados e armazenados em planilhas do *software* Microsoft Excel®. Para as características dos participantes, foi aplicada estatística descritiva com medidas de tendência central e dispersão (média e desvio-padrão).

Para mensuração da reprodutibilidade das medidas de Espessura Muscular e Edema, foi realizada uma análise de Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC).

A normalidade da distribuição dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk e foi constatado que para as variáveis de Teste de 1 Repetição para Carga Máxima, Espessura Muscular dos flexores do cotovelo para as porções proximal, média e distal, Espessura Muscular dos extensores do cotovelo para porção média, e Edema dos flexores do cotovelo para as porções proximal e distal os dados foram paramétricos. No entanto os dados para Espessura Muscular dos extensores de cotovelo para porção distal, Edema da porção Média de Flexores e Extensores do cotovelo demonstraram um comportamento não-paramétrico.

Foi aplicado uma padronização por Escore-Z para Espessura muscular dos extensores de cotovelo porção proximal, Edema dos extensores de cotovelo para as porções proximal e distal, e sequencialmente para as variáveis paramétricas foi empregado uma ANOVA Mista de medidas repetidas juntamente com um *post-hoc* de Bonferroni para identificação da diferença entre os diferentes momentos.

Para as variáveis não-paramétricas foi aplicado um Teste de Friedman para comparação dos momentos dentro dos grupos, seguido de comparação dois a dois de Friedman. Para comparação entre os grupos nos tempos, o teste de Kruskal-Wallis foi realizado.

A correção de Greenhouse-Geisser foi aplicada nas variáveis analisadas caso a premissa de esfericidade fosse violada, avaliada por meio de teste de Mauchly. A magnitude de efeito foi calculada por meio de eta quadrado parcial  $\eta^2_p$ .

Todos os dados foram analisados no software estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS versão 25.0 IBM Corp, USA) *for Windows*, com um nível de significância estipulado em  $p < 0,05$  para todas as análises.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados para as análises descritivas para a Idade, MC, Estatura, Experiência de Treino e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Características dos Participantes

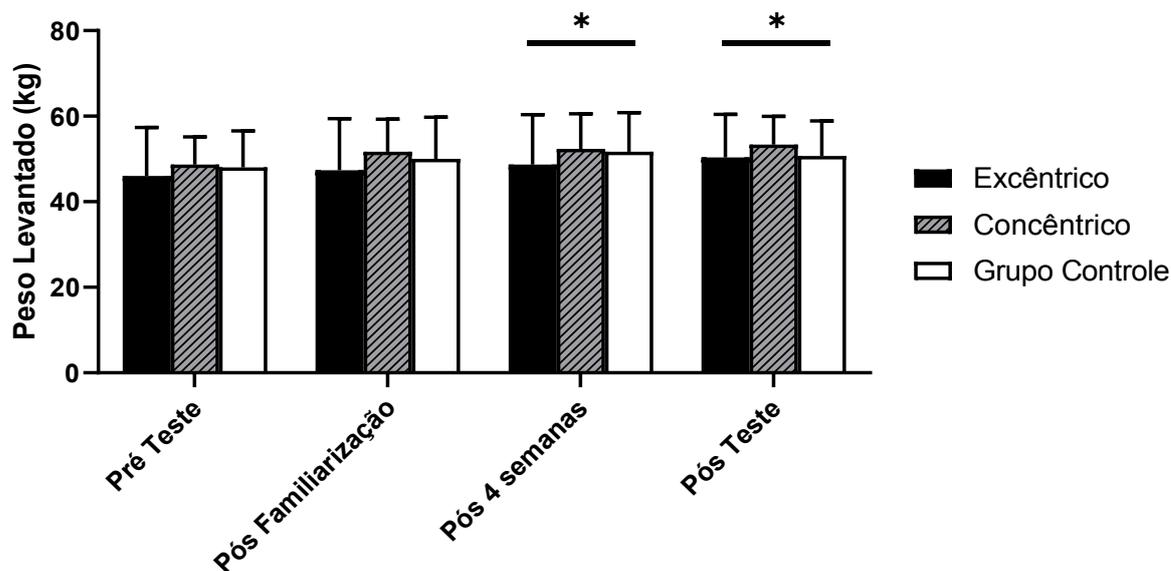
	<b>EXC (n=6)</b>	<b>CON (n=6)</b>	<b>GC (n=6)</b>
Idade (anos)	23,5 ± 1,7	24,1 ± 4,6	26,0 ± 4,6
Massa Corporal Inicial (kg)	86,0 ± 11,9	78,5 ± 10,6	81,6 ± 15,7
Estatura (cm)	176,1 ± 7,7	174,1 ± 6,1	179,0 ± 9,0
Experiência de Treino (anos)	5,0 ± 2,0	4,5 ± 1,7	5,0 ± 2,1

Fonte: O Autor (2020).

Legenda: kg: quilograma; cm: centímetros. Os valores foram expressos em média e desvio padrão.

As respostas de 1RM para os flexores de cotovelo (Gráfico 1) demonstraram um efeito de tempo ( $F(2,053, 30,796) = 11,229$ ;  $p = 0,0001$ ,  $\eta^2_p = 0,428$ ), exibindo valores médios maiores (7,01% e 8,18%) após 4 semanas de treino (50,889,  $p = 0,011$ ) e Pós teste (51,444,  $p = 0,003$ ) respectivamente (47,556). Porém, não demonstraram diferenças estatísticas entre os grupos ( $F(2,15) = 0,211$ ;  $p = 0,812$ ,  $\eta^2_p = 0,027$ ) e a interação entre grupos e tempos ( $F(4,106, 30,796) = 0,603$ ;  $p = 0,668$ ,  $\eta^2_p = 0,074$ ).

GRÁFICO 1 – 1RM DE FLEXORES DE COTOVELO



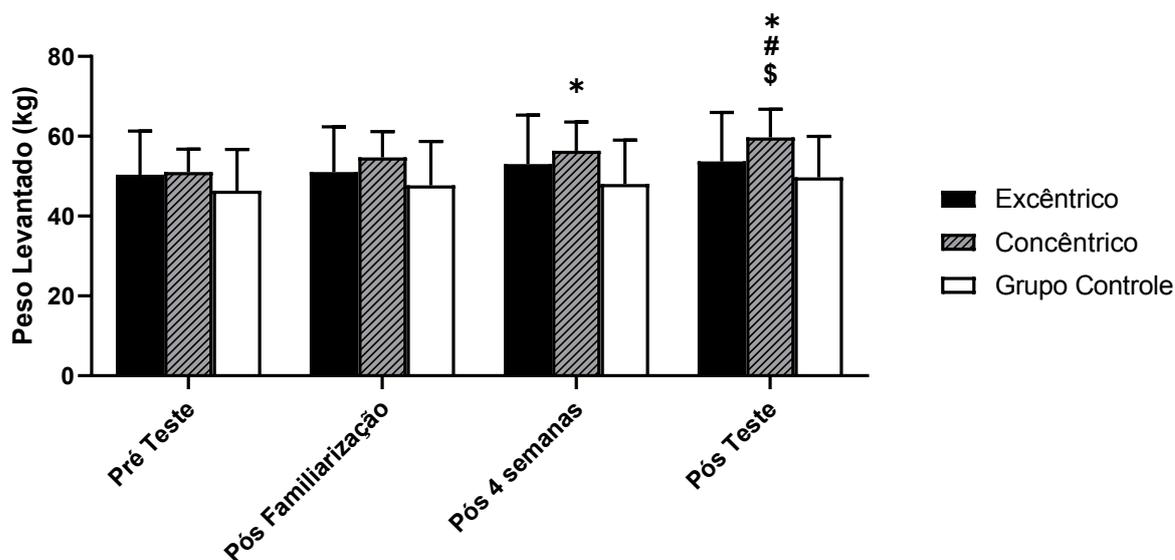
FONTE: O Autor, (2020).

Legenda: \* = diferença significativa comparado ao Pré Teste.

O grupo CON obteve um aumento de 10,46% para o 1RM de extensores de cotovelo após 4 semanas de treino comparado ao pré teste (56,333 vs 51,000,  $p = 0,003$ ), bem como aumentos de 16,99%, 9,15% e 5,92% no Pós teste comparados à Pré Teste (59,667 vs 51,000,  $p = 0,0001$ ), Pós Familiarização (59,667 vs 54,667,  $p = 0,007$ ) e Após 4 semanas de Treino ( 59,667 vs 56,333,  $p = 0,032$ ) respectivamente.

Demonstrando que as respostas de 1RM para os extensores de cotovelo (Gráfico 2) obtiveram um efeito de tempo ( $F(3,45) = 21,773$ ;  $p = 0,0001$ ,  $\eta^2_p = 0,592$ ) e a interação entre grupos e tempos ( $F(6,45) = 2,683$ ;  $p = 0,026$ ,  $\eta^2_p = 0,263$ ). Porém, não demonstraram diferenças estatísticas entre os grupos ( $F(2,15) = 0,880$ ;  $p = 0,435$ ,  $\eta^2_p = 0,105$ ).

GRÁFICO 2 – 1RM DE EXTENSORES DE COTOVELO

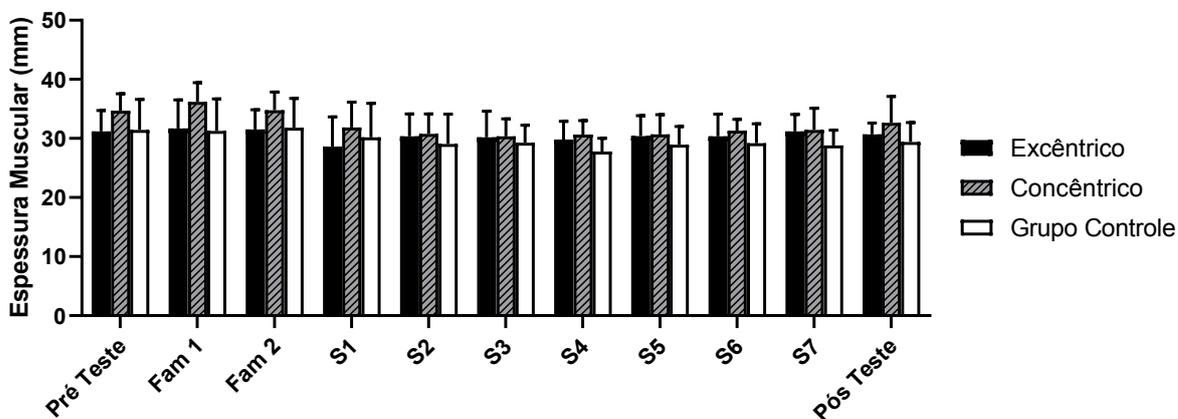


FONTE: O Autor, (2020).

Legenda: \* = diferença significativa comparado ao Pré Teste; # = diferença significativa comparado à Pós Familiarização; \$ = diferença significativa comparado à Pós 4 semanas.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao avaliar a EM dos flexores de cotovelo para porção proximal (ICC = 0,625) ao longo das semanas (Gráfico 3), para os grupos ( $F(2,15) = 1,187$ ;  $p = 0,332$ ,  $\eta^2_p = 0,137$ ), tempos ( $F(4,220, 63,298) = 4,741$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,240$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(8,440, 63,298) = 0,831$ ;  $p = 0,584$ ,  $\eta^2_p = 0,100$ ).

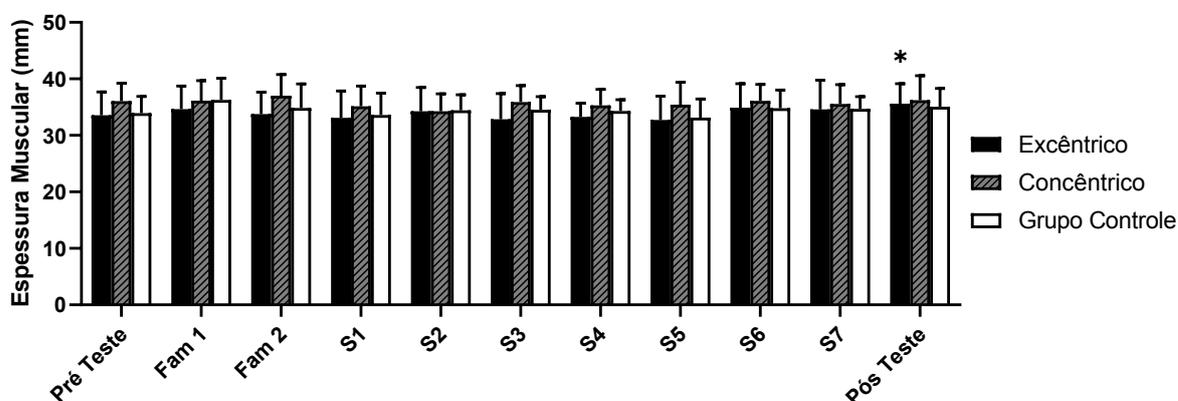
GRÁFICO 3 – ESPESSURA MUSCULAR DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO PROXIMAL



FONTE: O Autor (2020).

O grupo EXC demonstrou um aumento significativo (8,56%) no Pós Teste comparado a semana 5 de treinamento (S5) (35,617 vs 32,717,  $p = 0,017$ ) ao avaliar a EM dos flexores de cotovelo para porção média (ICC = 0,830) ao longo das semanas (Gráfico 4) observando-se um efeito significativo de tempo ( $F(4,642, 69,627) = 2,690$ ;  $p = 0,031$ ,  $\eta^2_p = 0,152$ ). Entretanto não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para os grupos ( $F(2,15) = 0,493$ ;  $p = 0,620$ ,  $\eta^2_p = 0,062$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(9,284, 69,627) = 0,779$ ;  $p = 0,639$ ,  $\eta^2_p = 0,094$ ).

GRÁFICO 4 – ESPESSURA MUSCULAR DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO MÉDIA

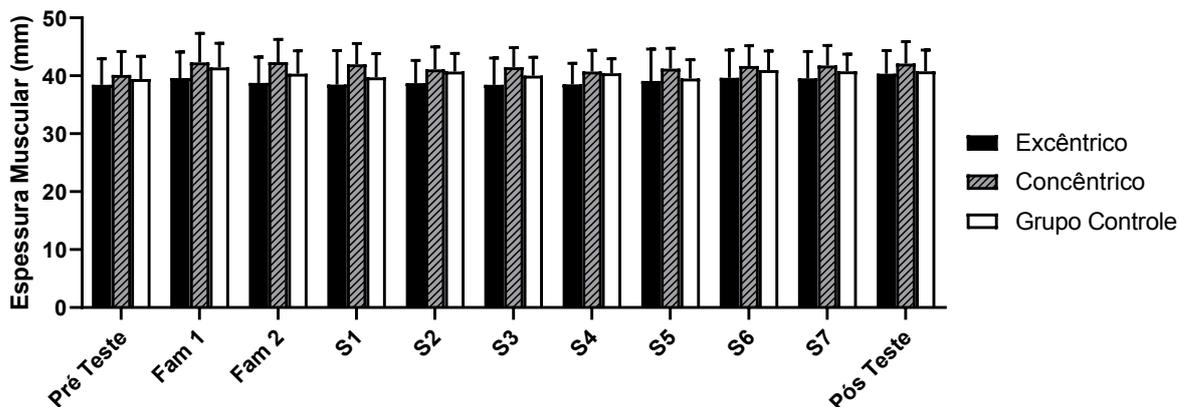


FONTE: O Autor (2020).

Legenda: \* = diferença estatisticamente significativa entre pós teste e semana 5 para o grupo EXC.

Verificou-se que a EM dos flexores de cotovelo para porção distal (ICC = 0,929) ao longo das semanas (Gráfico 5), não diferiu de forma estatisticamente significativa para os grupos ( $F(2,15) = 0,689$ ;  $p = 0,517$ ,  $\eta^2_p = 0,084$ ), tempos ( $F(4,562, 68,425) = 1,859$ ;  $p = 0,119$ ,  $\eta^2_p = 0,110$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(9,123, 68,425) = 0,380$ ;  $p = 0,942$ ,  $\eta^2_p = 0,048$ ).

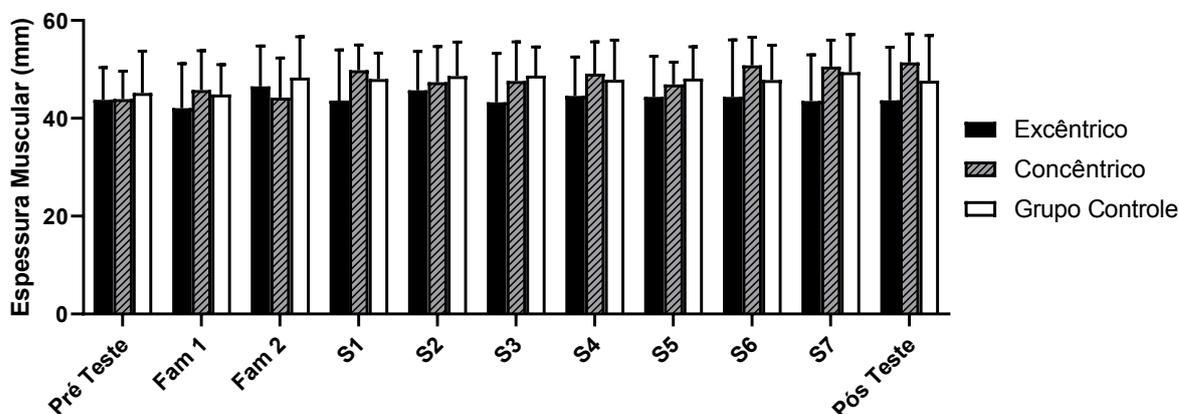
GRÁFICO 5 – ESPESSURA MUSCULAR DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO DISTAL



FONTE: O Autor (2020).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao analisar a EM dos extensores de cotovelo para porção proximal ( $ICC = 0,756$ ) ao longo das semanas (Gráfico 6), para os grupos ( $F(2,15) = 0,571$ ;  $p = 0,577$ ,  $\eta^2_p = 0,071$ ), tempos ( $F(5,431, 81,471) = 0,000$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,000$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(10,863, 81,471) = 0,943$ ;  $p = 0,504$ ,  $\eta^2_p = 0,112$ ).

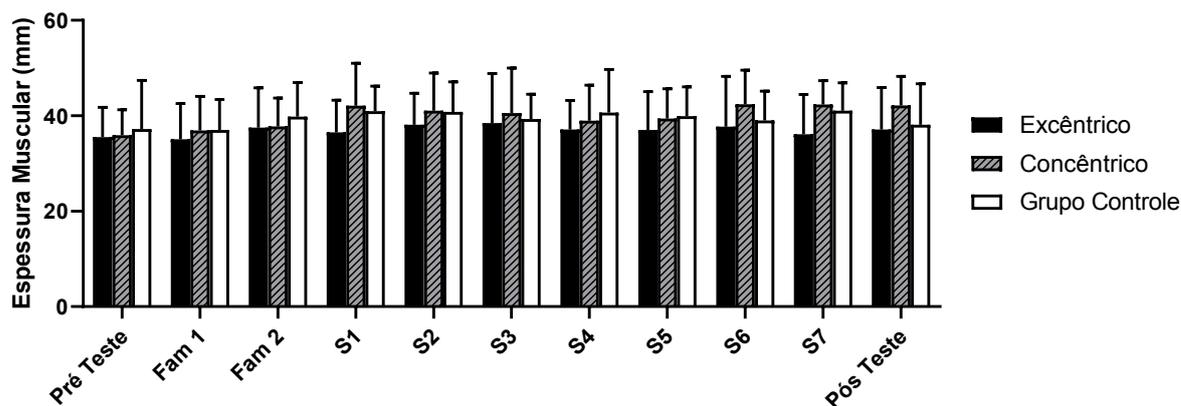
GRÁFICO 6 – ESPESSURA MUSCULAR DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO PROXIMAL



FONTE: O Autor (2020).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para a EM dos extensores de cotovelo para porção média ( $ICC = 0,761$ ) ao longo das semanas (Gráfico 7), para os grupos ( $F(2,15) = 0,371$ ;  $p = 0,696$ ,  $\eta^2_p = 0,047$ ), tempos ( $F(5,570, 83,544) = 2,312$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,134$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(11,139, 83,544) = 0,704$ ;  $p = 0,733$ ,  $\eta^2_p = 0,086$ ).

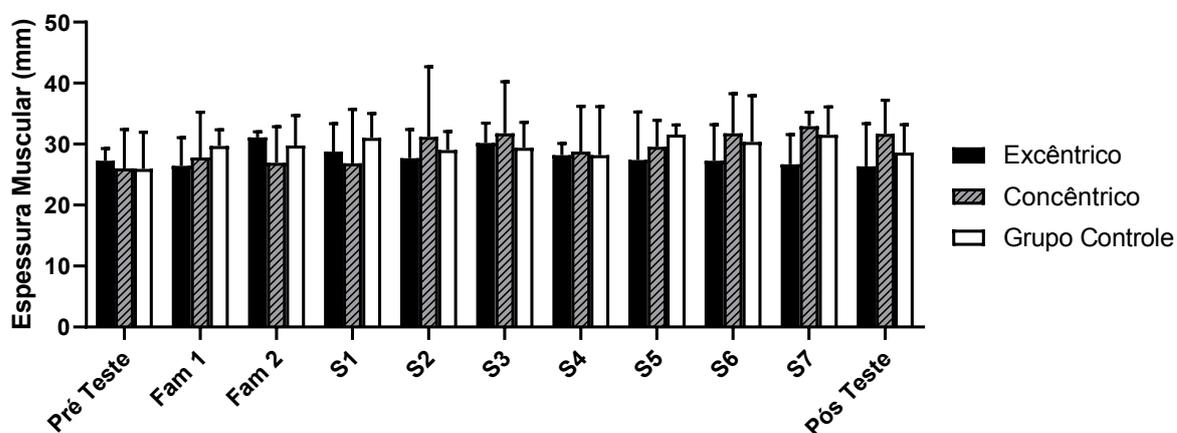
GRÁFICO 7 – ESPESSURA MUSCULAR DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO MÉDIA



FONTE: O Autor (2020).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao realizar o teste de Friedman para comparar a EM dos extensores de cotovelo para porção distal (ICC = 0,692) ao longo das semanas (Gráfico 8) dentro dos grupos, e o teste de Kruskal Wallis entre os grupos em cada semana ( $p > 0,05$ ).

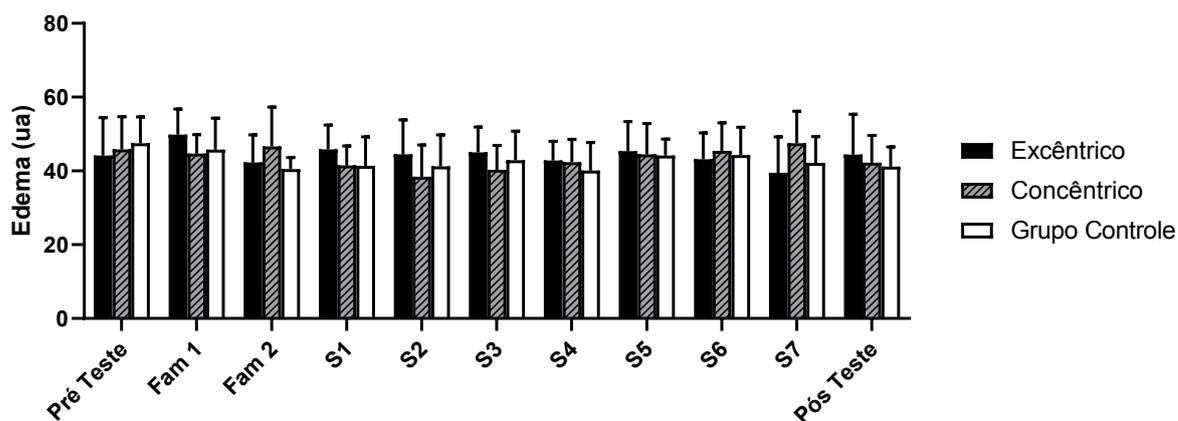
GRÁFICO 8 – ESPESSURA MUSCULAR DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO DISTAL



FONTE: O Autor (2020).

Diferenças estatisticamente significativas não foram encontradas avaliando-se o Edema dos flexores de cotovelo para porção proximal (ICC= 0,531) ao longo das semanas (Gráfico 9), para os grupos ( $F(2,15) = 0,127$ ;  $p = 0,881$ ,  $\eta^2_p = 0,017$ ), tempos ( $F(10, 150) = 1,322$ ;  $p = 0,224$ ,  $\eta^2_p = 0,081$ ), bem como a interação entre grupos e tempos ( $F(20, 150) = 0,934$ ;  $p = 0,545$ ,  $\eta^2_p = 0,111$ ).

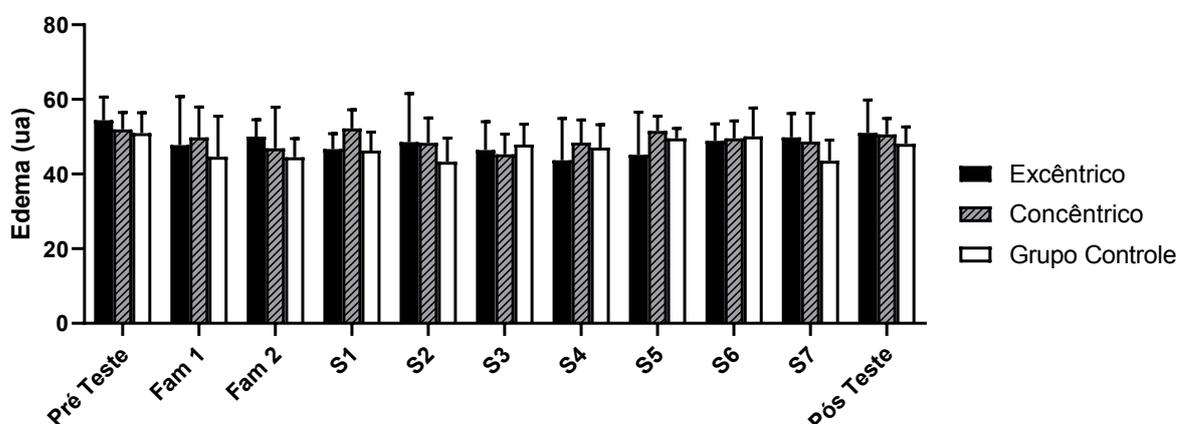
GRÁFICO 9 – EDEMA DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO PROXIMAL



FONTE: O Autor (2020).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao realizar o teste de Friedman para comparar o Edema dos flexores de cotovelo para porção média (ICC = 0,779) ao longo das semanas (Gráfico 10) dentro dos grupos, e o teste de Kruskal Wallis entre os grupos em cada semana, ( $p > 0,05$ ).

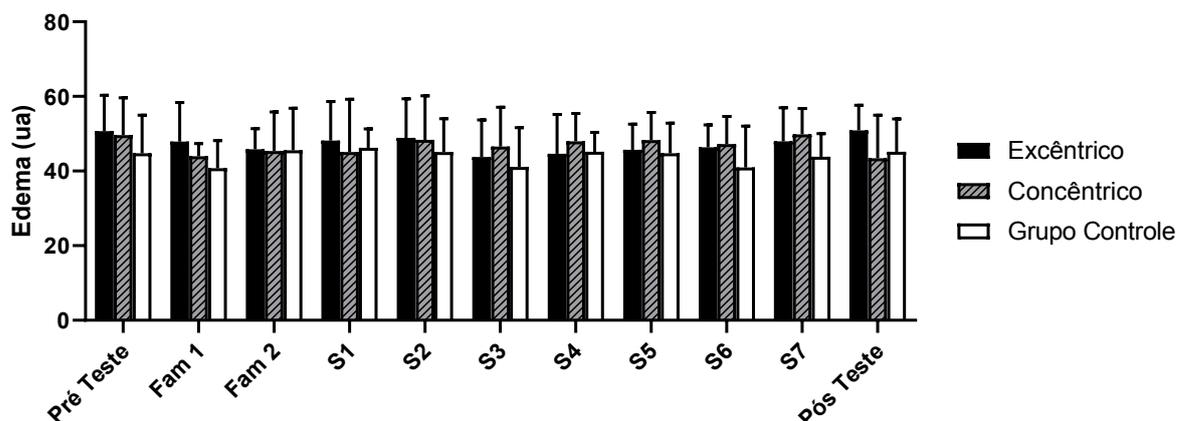
GRÁFICO 10 – EDEMA DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO MÉDIA



FONTE: O Autor (2020).

Para o Edema dos flexores de cotovelo para porção distal (ICC = 0,732) ao longo das semanas (Gráfico 11), a análise não reportou diferenças estatisticamente significantes para os grupos ( $F(2,15) = 0,377$ ;  $p = 0,692$ ,  $\eta^2_p = 0,048$ ), tempos ( $F(10, 150) = 1,111$ ;  $p = 0,358$ ,  $\eta^2_p = 0,069$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(20, 150) = 0,812$ ;  $p = 0,696$ ,  $\eta^2_p = 0,098$ ).

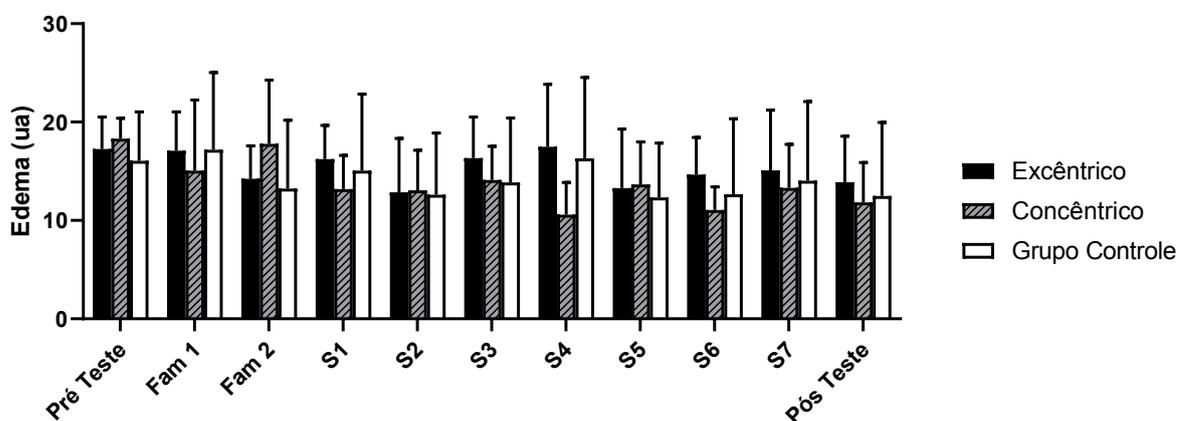
GRÁFICO 11 – EDEMA DE FLEXORES DE COTOVELO PORÇÃO DISTAL



FONTE: O Autor (2020).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas analisando o Edema dos extensores de cotovelo para porção proximal (ICC = 0,731) ao longo das semanas (Gráfico 12), para os grupos ( $F(2,15) = 0,176$ ;  $p = 0,841$ ,  $\eta^2_p = 0,023$ ), tempos ( $F(10, 150) = 0,000$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,000$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(20, 150) = 1,081$ ;  $p = 0,375$ ,  $\eta^2_p = 0,126$ ).

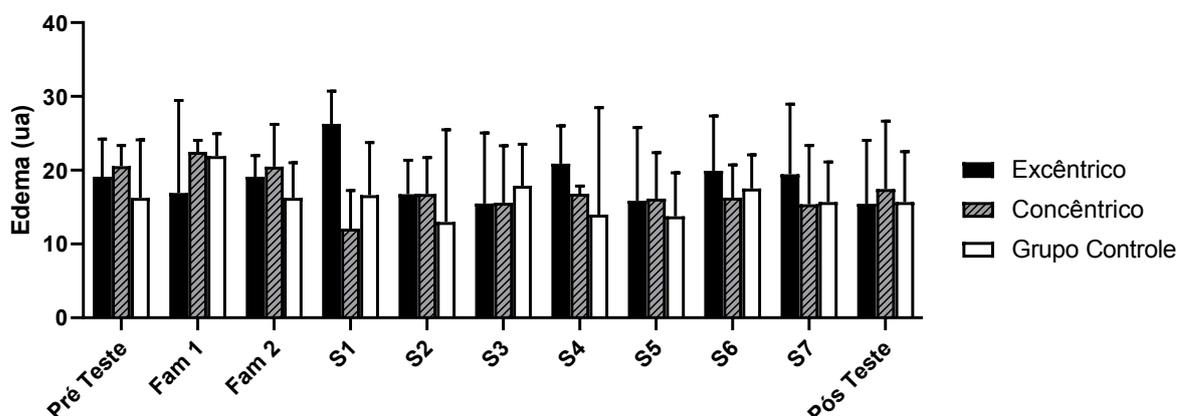
GRÁFICO 12 – EDEMA DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO PROXIMAL



FONTE: O Autor (2020).

Diferenças estatisticamente significativas não foram encontradas ao realizar o teste de Friedman para comparar o Edema dos extensores de cotovelo para porção média (ICC = 0,690) ao longo das semanas (Gráfico 13) dentro dos grupos, e o teste de Kruskal Wallis entre os grupos em cada semana ( $p > 0,05$ ).

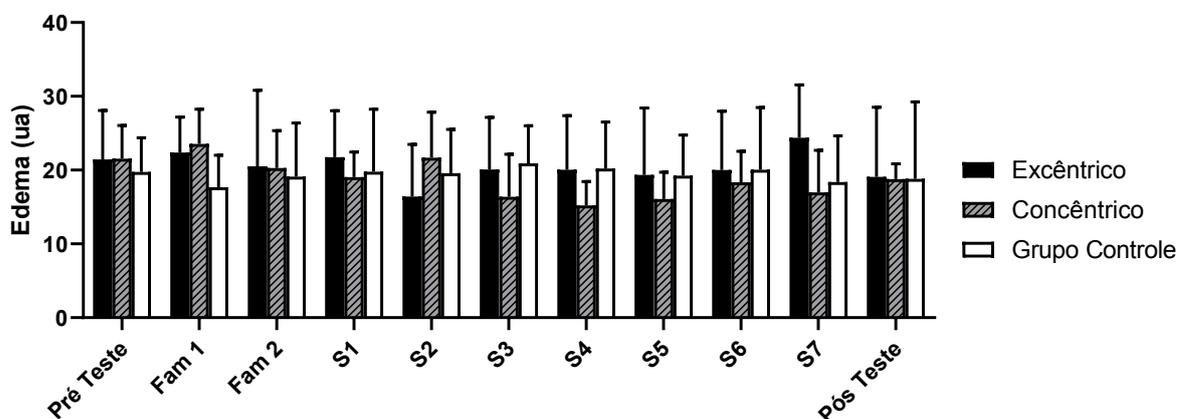
GRÁFICO 13 – EDEMA DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO MÉDIA



FONTE: O Autor (2020).

Os resultados para o Edema dos extensores de cotovelo para porção distal (ICC = 0,753) ao longo das semanas (Gráfico 14), não demonstraram diferenças estatisticamente significativas para os grupos ( $F(2,15) = 0,153$ ;  $p = 0,859$ ,  $\eta^2_p = 0,020$ ), tempos ( $F(10, 150) = 0,000$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,000$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(20, 150) = 1,819$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,195$ ).

GRÁFICO 14 – EDEMA DE EXTENSORES DE COTOVELO PORÇÃO DISTAL



FONTE: O Autor (2020).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos resultados para a circunferência do braço relaxado (Gráfico 15), para os grupos ( $F(2,15) = 0,033$ ;  $p = 0,968$ ,  $\eta^2_p = 0,004$ ), tempos ( $F(3, 45) = 1,137$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,132$ ), e interação entre grupos e tempos ( $F(6, 45) = 2,850$ ;  $p > 0,05$ ,  $\eta^2_p = 0,160$ ).

## 5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos do treinamento de força predominantemente excêntrico e predominantemente concêntrico, sobre o teste de uma repetição para carga máxima (1RM), espessura muscular e edema, mantendo volume de treinamento equalizado em homens treinados. Até o presente momento, não foi reportado pela literatura intervenções que comparassem o TFC vs TFE, juntamente à um GC utilizando equipamentos convencionalmente encontrados em academias, e em adultos treinados em força.

Os resultados demonstram aumentos para 1RM de flexores de cotovelo em ambos os grupos durante o período de avaliação sem diferença entre si, estes achados vão de encontro aos resultados estudos prévios que encontraram aumentos na força após a intervenção (CADORE et al., 2014; DUHIG et al., 2019; FRANCHI et al., 2014; KIM et al., 2015; MOORE et al., 2012; SANTOS et al., 2018; TIMMINS et al., 2016), mas não de encontro ao de Maeo et al., (2018), em que apesar de ambos aumentarem, o grupo EXC sempre obteve valores mais elevados. Contudo, para 1RM de extensores do cotovelo, apenas o grupo CON obteve aumentos significativos, porém sem diferenças entre os grupos. É importante ressaltar que apesar de demonstrarem aumentos sem diferenças entre os grupos, apenas em dois estudos (FARUP et al., 2014; DUHIG et al., 2019) foram realizadas intervenções em equipamentos convencionais de academias. Os estudos supracitados em sua maioria não conduziram experimentos com um grupo controle ou que este grupo mantivesse uma rotina habitual de treinamento demonstrando se há ou não maior efetividade em treinar com uma ação muscular apenas. Nossos resultados demonstram que quando equalizado o volume de treinamento para CON e EXC, estas intervenções foram efetivas para aumentar a força, porém o aumento não foi superior a indivíduos que mantiveram a rotina habitual de treinamento.

Ao avaliar a EM da porção média dos flexores do cotovelo, apenas o EXC demonstrou aumentos significativos, porém para as porções proximal e distal não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. No entanto, a EM dos extensores de cotovelo, não se observou diferenças em nenhuma das porções, entre os grupos ou tempos. Nossos resultados divergem dos apresentados pela literatura, na qual há diferenças significantemente estatísticas após suas intervenções, Moore et al., (2012) demonstraram que ambas as porções

aumentaram após 9 semanas de treinamento para flexores de cotovelo. Entretanto, para as demais porções e para os extensores de cotovelo, nas quais diferenças não foram encontradas, apenas o estudo de Timmins et al., (2016) o qual avaliou as mudanças na arquitetura muscular do bíceps femoral, corroboram os achados de nosso estudo, não demonstrando diferenças estatisticamente significativas após 6 semanas de treinamento para flexores de joelho CON e EXC.

Estes achados são inesperados pois apenas o grupo EXC demonstrou um aumento na EM para porção média dos flexores de cotovelo, e confrontam os resultados demonstrados por meta-análises, as quais confrontaram o TFE vs TFC buscando responder se as respostas hipertróficas e de força muscular são superiores para uma das ações musculares analisadas, e apresentam que ambos os métodos de treino (CON e EXC) tem o poder de aumentar significativamente a massa muscular (ROIG et al., 2009; SCHOENFELD et al., 2017).

Uma possível influência nestes achados é o nível de treinamento da população analisada, em que em estudos prévios reportados na literatura, utilizaram populações destreinadas ou pouco treinadas em força, que poderiam ser limitações ao transpor estes resultados à indivíduos com maior nível de treinabilidade. Isto poderia contrapor nossos achados, de forma que indivíduos menos experientes em TF tendem a obter resultados mais pronunciados, e nossa amostra ( $4,8 \pm 1,8$  anos de experiência) pode ser classificada como “avançada”, a qual tende a ter resultados menos expressivos comparados à iniciantes (KRAEMER et al., 2002). A falta de familiarização ao método de treinamento em alguns estudos supracitados, é outro fator que poderia confundir se os resultados são do ajuste crônico, ou se é da resposta aguda de mudança do estímulo (SAMPSON et al., 2012), fato este minimizado com nossa inclusão da familiarização prévia ao início das oito semanas de treinamento.

No que diz respeito ao edema, não foram encontradas diferenças para os flexores e extensores do cotovelo nas diferentes porções, entre os grupos e tempo. Nossos achados vão de encontro aos resultados de Maeo et al., (2018) que aplicando treinamento CON vs EXC equalizado ao longo de 10 semanas em indivíduos destreinados, não observaram diferenças estatisticamente significativas para o Edema. Entretanto, a medida realizada para o Edema no estudo supracitado (tempo de relaxamento mensurado por ressonância magnética) diferiu de nosso estudo (Ultrassonografia Intensidade Eco), porém, ambas são metodologias

aplicáveis a esta variável. Contudo, nossos resultados diferem dos achados de outros estudos (CADORE et al., 2014; SANTOS et al., 2018), nos quais valores menores de edema foram encontrados após o período de treinamento, porém, o grupo muscular analisado (quadríceps) difere dos analisados em nosso estudo. A literatura reporta que estudos que busquem avaliar hipertrofia, devem levar em conta possíveis mudanças que possam estar relacionadas ao edema (DAMAS et al., 2016), principalmente devido às ações EXC, que podem exercer maiores níveis de dano muscular (NOSAKA & NEWTON, 2002), contudo, nosso estudo demonstrou que ao longo do período, os níveis de ecogeneidade relacionados ao edema não se alteraram. Nós hipotetizamos que isso seja devido ao nível de treinamento dos avaliados, que ao contrário de níveis elevados encontrados em iniciantes, talvez sejam mais difíceis de se obter em indivíduos com maior experiência de treinamento, ou então que os participantes previamente ao estudo, já estavam habituados à o TFE, e que demonstrariam menor dano muscular em sessões subsequentes (NOSAKA & NEWTON, 2002).

Como limitações podemos apontar a perda amostral que tivemos em cada grupo (-2), apesar de o cálculo amostral à priori demonstrar que 18 pessoas seriam o suficiente, acreditamos que um número amostral maior poderia aumentar o poder das avaliações presentes. Outro fator que pode ter influenciado são o controle e a manipulação nutricional, a fim de manter um aporte proteico adequado visando ampliar as respostas do treinamento, o qual no presente estudo foi de solicitar apenas a manutenção dos hábitos nutricionais dos participantes, evitando desta forma que a alteração do padrão alimentar influenciasse a resposta da intervenção. E a influência do treinamento dos demais grupos musculares que possam ter afetados os extensores e flexores de cotovelo, que não puderam ser controlados, pois poderiam descaracterizar o nível de treinamento dos participantes.

## 6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que com a equalização do volume de treinamento, ambos os grupos obtiveram aumentos significativos na força de flexores de cotovelo, e para os extensores de cotovelo apenas o grupo CON demonstrou aumentos significativos na força muscular após 8 semanas de treinamento. Além disso, aumentos significativos na espessura muscular foram obtidos pelo grupo EXC na porção média dos flexores de cotovelo, não demonstrando diferenças nas demais porções, bem como para os extensores de cotovelo, o que pode ter sido influenciado pelo nível de treinabilidade dos avaliados.

Alterações no Edema não foram encontradas em nenhuma porção tanto para flexores, quanto para extensores de cotovelo em nenhum dos grupos ou avaliações.

Adicionalmente, recomendamos que futuros estudos realizem o controle e manipulação dietética que possam potencializar os resultados da intervenção, bem como a aplicação em demais grupamentos musculares, permitindo melhor entendimento e maior transferência para a prática em academias e centros de treinamento.

## REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

BAMMAN, M. et al. Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 280, n. 3, p. 383-390, 2001.

BERG, H. E; TEDNER, B; TESCH, P. A. Changes in lower limb cross-sectional area and tissue fluid volume after transition from standing to supine. **Acta Physiologica Scandinavica**. v. 148, n. 4, p. 379-385, 1993.

BROWN, L. E; WEIR, J. P. ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology Online**. v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

CADORE, E. L. et al. Muscle conduction velocity, strength, neural activity, and morphological changes after eccentric and concentric training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 5, p. 343–352, 2014.

CARESIO, C. et al. Muscle echo intensity: Reliability and conditioning factors. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 5, p. 393–403, 2015.

CHANDLER, T.; BROWN, L. **Conditioning for strength and human performance**. 3 ed. New York: Routledge, 2018. p 680.

DAMAS, F. et al. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 1, p. 49–56, 2016.

DEFREITAS, J. M. et al. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n.

11, p. 2785–2790, 2011.

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

DOSS, W.; KARPOVICH, P. A comparison of concentric, eccentric, and isometric strength of elbow flexors. **Journal of Applied Physiology**, v. 20, n. 2, p. 351-353, 1965.

DOUGLAS, J. et al. Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 917-941, 2016.

DUHIG, S. et al. Effect of concentric and eccentric hamstring training on sprint recovery, strength and muscle architecture in inexperienced athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 7, p. 769-774, 2019.

FARUP, J. et al. Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance exercise contraction mode. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 5, p. 788–798, 2014.

FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 6, p. 578–586, 2003.

FRANCHI, M. V. et al. Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. **Acta Physiologica**, v. 210, n. 3, p. 642–654, 2014.

FRANCHI, M. V.; REEVES, N. D.; NARICI, M. V. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: Morphological, molecular, and metabolic adaptations. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. JUL, 2017.

GOLDBERG, A. et al. Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle.

**Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 7, n. 3, p.185-198, 1975.

GONZÁLEZ-IZAL, M.; CADORE, E.; IZQUIERDO, M. Muscle conduction velocity, surface electromyography variables, and echo intensity during concentric and eccentric fatigue. **Muscle & Nerve**, v. 49, n. 3, p. 389-397, 2013.

HÄKKINEN, K.; KESKINEN, K. Muscle cross-sectional area and voluntary force production characteristics in elite strength- and endurance-trained athletes and sprinters. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 59, n. 3, p. 215-220, 1989.

HORSTMANN, T. et al. Metabolic reaction after concentric and eccentric endurance-exercise of the knee and ankle. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 5, p. 791-795, 2001.

ISHIDA, Y. et al. Reliability of B-mode ultrasound for the measurement of body fat and muscle thickness. **American Journal of Human Biology**, v. 4, n. 4, p. 511-520, 1992.

JENKINS, N. D. M. et al. Test-Retest Reliability of Single Transverse versus Panoramic Ultrasound Imaging for Muscle Size and Echo Intensity of the Biceps Brachii. **Ultrasound in Medicine and Biology**. v. 41, n. 6, p. 1584–1591, 2015.

KIM, S. Y.; KO, J. B.; FARTHING, J. P.; BUTCHER, S. J. Investigation of supraspinatus muscle architecture following concentric and eccentric training. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 4, p. 378–382, 2015.

KRAEMER, W.; DUNCAN, N. D.; VOLEK, J. S. Resistance Training and Elite Athletes: Adaptations and program Considerations. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**. v. 28, n. 2, 1998.

KRAEMER, W. et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364-380, 2002.

KRAEMER, W. et al. Understanding the Science of Resistance Training: An Evolutionary Perspective. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2415-2435, 2017.

KRENTZ, J.; CHILIBECK, P.; FARTHING, J. The effects of supramaximal versus submaximal intensity eccentric training when performed until volitional fatigue. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 10, p. 2099-2108, 2017.

MAEO, S. et al. Neuromuscular Adaptations to Work-matched Maximal Eccentric versus Concentric Training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 50, n. 8, p. 1629-1640, 2018.

MATTA, T. T. et al. Strength Training's Chronic Effects on Muscle Architecture Parameters of Different Arm Sites. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1711-1717, 2011.

MCBRIDE, J. M. et al. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 106–110, 2009.

MCLEOD, M. et al. Live strong and prosper: the importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. **Biogerontology**, v. 17, n. 3, p. 497-510, 2016.

MOORE, D. R.; YOUNG, M.; PHILLIPS, S. M. Similar increases in muscle size and strength in young men after training with maximal shortening or lengthening contractions when matched for total work. **European Journal of Applied Physiology**. v. 112, n. 4, p. 1587–1592, 2012.

NOSAKA, K.; NEWTON, M. Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 1, p. 63-69, 2002.

PETROSKI, E. L. **Antropometria, técnicas e padronizações**. 2 ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003. p. 160.

PROSKE, U.; MORGAN, D. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. **The Journal of Physiology**, v. 537, n. 2, p. 333-345, 2001.

RAHBEEK, S. K. et al. Effects of divergent resistance exercise contraction mode and dietary supplementation type on anabolic signalling, muscle protein synthesis and muscle hypertrophy. **Amino Acids**, v. 46, n. 10, p. 2377–2392, 2014.

ROIG, M. et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 8, p. 556–568, 2009.

RUAS, C. V. et al. Different Muscle Action Training Protocols on Quadriceps-Hamstrings Neuromuscular Adaptations. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 5, p. 355–365, 2018.

SAMPSON, J. et al. The effect of a familiarisation period on subsequent strength gain. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 2, p. 204-211, 2012.

SANTOS, R. et al. Muscle thickness and echo-intensity changes of the quadriceps femoris muscle during a strength training program. **Radiography**, v. 24, n. 4, p. e75–e84, 2018.

SCHOENFELD, B. Does Exercise-Induced Muscle Damage Play a Role in Skeletal Muscle Hypertrophy?. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 5, p. 1441-1453, 2012.

SCHOENFELD, B. J. et al. HYPERTROPHIC EFFECTS OF CONCENTRIC VS. ECCENTRIC MUSCLE ACTIONS: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 9, p. 10, 2017.

SOUZA JUNIOR, T. P. **Treinamento de força e suplementação de creatina: a densidade da carga como estímulo otimizador nos ajustes morfológicos e funcionais.**

223 f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade de Campinas, Campinas, 2005.

STOCK, M. S. et al. The time course of short-term hypertrophy in the absence of eccentric muscle damage. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 5, p. 989–1004, 2017.

STONE, M. H. Position statement: explosive exercises and training. **National Strength and Conditioning Association Journal**, v. 15, n. 3, p 7-15, 1993.

SUCHOMEL, T.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1419-1449, 2016.

SUCHOMEL, T. et al. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 765-785, 2018.

TESCH, P. et al. Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 138, n. 3, p. 263-271, 1990.

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

TIMMINS, R. G. et al. Architectural Changes of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 3, p. 499–508, 2016.

VIKNE, H. et al. Muscular performance after concentric and eccentric exercise in trained men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 10, p. 1770–1781, 2006.

#### **ANEXO 1 – PHYSICAL ACTIVITY READINESS QUESTIONNAIRE**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_ m    Peso: \_\_\_\_\_ kg    Idade: \_\_\_\_\_    %GC: \_\_\_\_\_

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

Se você respondeu "Sim" a uma ou mais das perguntas acima, consulte seu médico antes de participar de atividades físicas. Informe o seu médico que você respondeu "Sim" às perguntas.

#### Declaração de Responsabilidade

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

---

Assinatura do participante

## ANEXO 2 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA CONCÊNTRICO COMPARADO AO EXCÊNTRICO NO DESENVOLVIMENTO DE FORÇA MÁXIMA E HIPERTROFIA MUSCULAR EM ADULTOS RECREACIONALMENTE TREINADOS

**Pesquisador:** Renan Alberton Ramos

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 19418019.2.0000.0020

**Instituição Proponente:** Pontifícia Universidade Católica do Parana - PUCPR

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.665.324

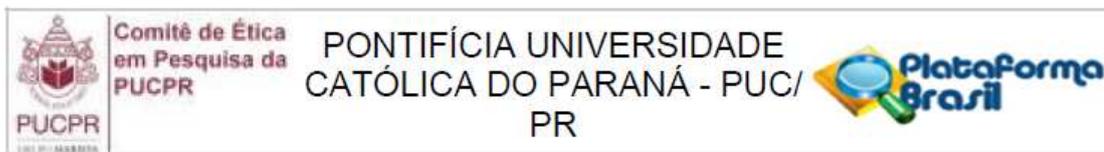
#### Apresentação do Projeto:

Como descrito pelo autor:

Na busca de melhores resultados e desempenho em atletas, o Treinamento de Força (TF) tem sido amplamente utilizado como uma parte integral do programa de preparação física, promovendo ajustes agudos e crônicos, no aumento da força muscular, potência, hipertrofia e resistência muscular localizada, indispensáveis para o desempenho esportivo e no auxílio à prevenção e reabilitação de lesões.

O Presente projeto busca verificar o efeito de duas metodologias de treinamento de força (Concêntrico e Excêntrico) sobre a força e hipertrofia muscular de homens recreacionalmente treinados. A intervenção terá duração de 16 semanas: uma semana para o Pré-Teste, duas semanas para o período de familiarização, 12 semanas de treinamento e terminando com uma semana para avaliação pós-teste. Os participantes passarão pelas seguintes avaliações no Pré-teste, após o período de familiarização, após seis semanas de treinamento e na avaliação pós-teste: avaliação de Recordatório Alimentar 24 horas para quantificação do consumo calórico por nutricionista previamente treinado, medidas antropométricas e de bioimpedância para análise da composição corporal, ultrassonografia de bíceps e tríceps braquial para identificação da espessura muscular por técnico previamente treinado, e teste de força (1RM) para determinar a carga a ser utilizada no treinamento. O treinamento terá duração de 12 semanas e consistirá dos exercícios de

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155		CEP: 80.215-901
Bairro: Prado Velho		
UF: PR	Município: CURITIBA	
Telefone: (41)3271-2103	Fax: (41)3271-2103	E-mail: nep@pucpr.br



Continuação do Parecer: 3.665.324

Rosca Direta e Triceps Testa, com seis séries de 10 repetições à 80% da carga máxima individual (1RM), realizados duas vezes por semana com intervalo de 48 horas entre cada sessão.

Utilizando-se de um nível de significância de 95%, um poder estatístico de 80% e tamanho de efeito 0.25 (médio), foi calculado pelo software G\*Power 3.1.9.2 (Heinrich-Heine-Universität Dusseldorf, Dusseldorf, Germany) adotando um teste da família F (ANOVA de medidas repetidas, com interação intra e inter grupos), que 18 participantes serão necessários, serão acrescidos 30% do número de sujeitos estimados pelo cálculo amostral, sendo que serão avaliados 24 participantes para o desenvolvimento do estudo.

Para as medidas de massa corporal total (MC), será utilizada uma balança mecânica. Para determinação da estatura, será utilizado um estadiômetro móvel. As medidas de bioimpedância serão realizadas por meio de um equipamento InBody modelo 120 (InBody CO., LTD, Seoul, Korea), de arranjo tetrapolar. Para o controle do consumo alimentar dos participantes, será realizado o questionário de consumo alimentar (R24h) (ANEXO 1) por um nutricionista previamente treinado. Como medida de hipertrofia muscular será realizado a medida de espessura muscular para detectar ajustes musculares através de ultrassonografia (US), já para análise de edema, que é uma resposta fisiológica natural ao TF, será realizada a análise de ultrassonografia intensidade-eco (US-ECO). Para a determinar a força muscular máxima dos participantes, será realizado o teste de uma repetição máxima para os exercícios de rosca direta com barra (RD) e tríceps testa com barra (TT). Após a realização do pré-teste e a alocação de cada participante nos três grupos: CON, EXC ou GC, os participantes começarão o protocolo de treinamento para flexores e extensores de cotovelo. No protocolo de treinamento serão realizadas 10 repetições com 80% de 1RM CON e EXC, para os exercícios de Rosca Direta com barra (RD) e Tríceps Testa com barra (TT), exceto o grupo controle que manterá suas atividades habituais e não realizará o treinamento proposto pelo presente projeto.

O recrutamento de participantes será por meio de divulgação em mídias sociais (Whatsapp), e convite presencial, onde serão apresentados o intuito da pesquisa bem como a participação de cada avaliado e sanando possíveis dúvidas. Os avaliados contatados, em uma primeira visita, terão uma sala privada para que possam ler e decidir pela participação ou não da presente pesquisa.

**Critérios de Inclusão:**

a) homens saudáveis; b) ter idade de 18 a 35 anos; c) participantes que pratiquem TF à pelo menos um ano com frequência de pelo menos três sessões semanais; d) ter respondido todas alternativas do questionário PAR-Q com "não"; e) autorrelato de não utilizarem substâncias anabólicas androgênicas; f) autorrelato de não utilizarem suplementos alimentares que possam influenciar os

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155  
 Bairro: Prado Velho CEP: 80.215-901  
 UF: PR Município: CURITIBA  
 Telefone: (41)3271-2103 Fax: (41)3271-2103 E-mail: nep@pucpr.br



Continuação do Parecer: 3.665.324

resultados do treinamento (Creatina), ou que sejam estimulantes (Cafeína, Pré-Treinos).

**Crítérios de exclusão:**

Não serão selecionados participantes que autorrelatarem ser: a) indivíduos que sejam fumantes; b) usuários de medicamentos, substâncias anabólicas androgênicas ou similares; c) drogas ilícitas; d) suplementos que possam afetar o desempenho; e) lesões osteomioarticulares, ou qualquer limitação médica que possa comprometer ou influenciar o desempenho dos mesmos.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Verificar os efeitos do treinamento de força predominantemente excêntrico ou predominantemente concêntrico, sobre a força e espessura muscular, mantendo volume de treinamento equalizado em homens recreacionalmente treinados.

**Objetivo Secundário:**

Verificar se o efeito do treinamento de força predominantemente excêntrico ou predominantemente concêntrico sobre a espessura muscular, difere entre os braços direito e esquerdo. Verificar o efeito do treinamento de força predominantemente excêntrico ou predominantemente concêntrico sobre a presença de edema fisiológico.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

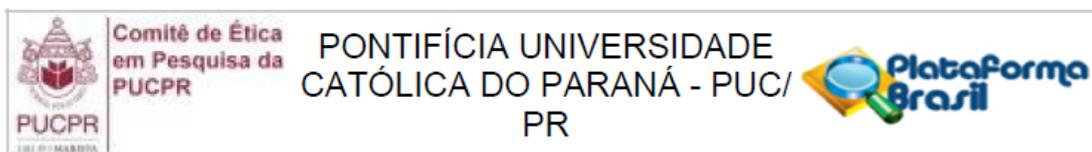
**Riscos:**

Dor Muscular Tardia ocasionada pelo exercício físico, tonturas e sensação de desmaio. Para minimizar tais riscos, nós pesquisadores tomaremos as seguintes medidas: utilizaremos uma escala perceptual de dor, que varia de 0(nenhuma dor) a 10(dor insuportável), e caso a percepção do participante seja mais elevada que 7(dor muito forte) o exercício será interrompido, caso o participante ainda sinta muita dor, nós o encaminharemos a uma unidade de atendimento hospitalar para avaliação médica. A prescrição dos exercícios será de acordo com o teste de esforço do participante, minimizando desta forma que ele execute uma intensidade acima de sua própria capacidade física, que possa levar a tonturas ou desmaios, e caso os mesmos ocorram ele será conduzido a uma unidade hospitalar para avaliação médica.

**Benefícios:**

Avaliação da Composição Corporal permitindo ao participante compreender quanto é o percentual de gordura dele, e como este percentual elevado pode indicar possíveis riscos à saúde; Recomendações de hábitos alimentares saudáveis; Avaliação da Força e Hipertrofia, demonstrando ao participante as mudanças que o treinamento físico pode, lhe propiciar; Permitir a comunidade acadêmica, treinadores e praticantes de treinamento de força, o entendimento de como estes

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155  
 Bairro: Prado Velho CEP: 80.215-901  
 UF: PR Município: CURITIBA  
 Telefone: (41)3271-2103 Fax: (41)3271-2103 E-mail: nep@pucpr.br



Continuação do Parecer: 3.665.324

protocolos de treinamento funcionam e se sua prescrição é efetiva para a melhora do desempenho físico e das mudanças na estrutura corporal que acontecem após sua realização.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Ver item “Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações”

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta:

TCLE em consonância com a Resolução CNS 466/2012 e com a Resolução CNS 510/2016.

Autorização Laboratório de Fisiologia do Exercício e Esporte da PUCPR

**Recomendações:**

O TCLE deverá ser impresso em duas vias, uma ficará com o pesquisador e a outra com o participante da pesquisa.

Em conformidade com a Carta Circular nº. 003/2011CONEP/CNS, faz-se obrigatório a rubrica em todas as páginas do TCLE pelo participante da pesquisa ou seu responsável e pelo pesquisador.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As pendências da versão anterior foram resolvidas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

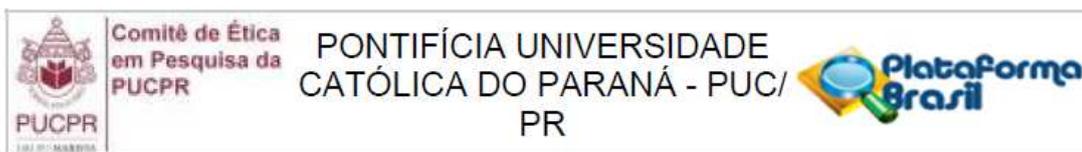
Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê.

Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1380139.pdf	16/10/2019 11:49:50		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_CEP_Renan_Alberton_Ramos.docx	16/10/2019 11:49:27	Renan Alberton Ramos	Aceito

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155  
 Bairro: Prado Velho CEP: 80.215-901  
 UF: PR Município: CURITIBA  
 Telefone: (41)3271-2103 Fax: (41)3271-2103 E-mail: nep@pucpr.br



Continuação do Parecer: 3.665.324

Investigador	Projeto_CEP_Renan_Alberton_Ramos.docx	16/10/2019 11:49:27	Renan Alberton Ramos	Aceito
Parecer Anterior	Carta_Resposta_Parecer.docx	16/10/2019 11:48:27	Renan Alberton Ramos	Aceito
Outros	PARQ.docx	16/10/2019 11:46:57	Renan Alberton Ramos	Aceito
Outros	R24h.docx	16/10/2019 11:46:31	Renan Alberton Ramos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Renan_2019.docx	16/10/2019 11:45:38	Renan Alberton Ramos	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Renan.pdf	15/08/2019 17:28:57	Renan Alberton Ramos	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Autorizacao_Instituicao.doc	14/06/2019 23:03:02	Renan Alberton Ramos	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 28 de Outubro de 2019

---

**Assinado por:  
Ana Carla Efig  
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155  
Bairro: Prado Velho CEP: 80.215-901  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3271-2103 Fax: (41)3271-2103 E-mail: nep@pucpr.br

## APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar do estudo Efeito de Diferentes Métodos de Treinamento de Força no Desenvolvimento de Força Máxima e Hipertrofia Muscular em Adultos Recreativamente Treinados, que tem como objetivo Investigar os efeitos do treinamento de força predominantemente excêntrico e predominantemente concêntrico, sobre a força e espessura muscular, mantendo volume de treinamento equalizado em homens recreativamente treinados. Acreditamos que esta pesquisa seja importante porque a utilização das ações musculares como método de TF tem ganhado relevância para sua investigação, e alguns estudos vem sendo conduzidos para verificar se o treinamento com essas ações musculares separadas tem efeito benéfico e se há distinção entre elas, sobre a força muscular e área de secção transversa muscular. Bem como a relevância que a força muscular tem para a melhora do desempenho esportivo e na saúde e envelhecimento da população.

#### **PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO**

A sua participação no referido estudo será de: comparecer à 36 visitas compreendidas à um período de 16 semanas ao Laboratório de Fisiologia do Exercício e Esporte da Pontifícia Universidade Católica do Paraná localizado na Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho, Curitiba – PR, onde será realizado a assinatura deste termo, o questionário PAR-Q para verificar se há algum risco de se realizar exercícios sem a autorização médica. E sua participação em cada visita compreenderá de um tempo de 60 a 90 minutos, preferencialmente no mesmo horário do dia, e se adequando ao seu tempo disponível.

Serão realizadas ao longo do período 5 visitas para medidas de peso, estatura e de composição corporal, testes para determinar a força muscular de Bíceps e Tríceps, por meio de um teste de força muscular (1RM), realizando os exercícios de rosca direta e tríceps testa durante o teste, e nas visitas seguintes para o Treinamento de Força Concêntrico ou Excêntrico com uma frequência semanal de duas vezes por semana, totalizando 28 visitas para o treinamento. Medidas de Ultrassonografia (imagem dos músculos, ossos e demais estruturas do corpo) para bíceps e tríceps serão realizadas semanalmente para avaliar o progresso do treinamento, para realização destas medidas você permanecerá deitado confortavelmente, e o pesquisador fará a medida aplicando um gel no seu braço, e realizará a aquisição da imagem com o equipamento.

Previamente antes do início do treinamento de força, será realizado um sorteio para verificar em qual grupo você participará podendo ser: a) Grupo Treinamento de Força Concêntrico; b) Grupo Treinamento de força Excêntrico ou c) Grupo Controle (não realizará o treinamento da intervenção e manterá sua rotina habitual de treinamento). Será também realizado um recordatório alimentar de 24 horas por um nutricionista, para verificar o consumo alimentar e a quantidade de calorias que você ingeriu no último dia antes dos testes. Durante o período da pesquisa, você poderá manter sua prática habitual de exercícios, excluindo-se apenas o treinamento para bíceps e tríceps, para evitar influência sobre seu desempenho durante este período.

#### **RISCOS E BENEFÍCIOS**

Através deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido você está sendo alertado de que, da pesquisa a se realizar, pode esperar alguns benefícios, tais como: 1) Avaliação da Composição Corporal permitindo a você compreender quanto é o seu percentual de gordura, e como este elevado pode indicar possíveis riscos à saúde; 2) Recomendações de hábitos alimentares saudáveis; 3) Avaliação da Força e Hipertrofia, demonstrando a você as mudanças que o treinamento físico pode lhe propiciar. Bem como, também que é possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos em sua participação, tais como: Dor Muscular Tardia ocasionada pelo exercício físico, tonturas e

sensação de desmaio Para minimizar tais riscos, nós pesquisadores tomaremos as seguintes medidas: utilizaremos uma escala perceptual de dor, que varia de 0(nenhuma dor) a 10(dor insuportável), e caso sua percepção seja mais elevada que 7(dor muito forte) o exercício será interrompido, caso você ainda sinta muita dor, nós o encaminharemos a uma unidade de atendimento hospitalar para avaliação médica, bem como a prescrição dos exercícios será de acordo com o seu teste de esforço, minimizando desta forma que você execute uma intensidade acima de sua própria capacidade física que possa levar a tonturas ou desmaios, e caso os mesmos ocorram você será conduzido a uma unidade hospitalar para avaliação médica.

### **SIGILO E PRIVACIDADE**

Nós pesquisadores garantiremos a você que sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, lhe identificar, será mantido em sigilo. Nós pesquisadores nos responsabilizaremos pela guarda e confidencialidade dos dados, bem como a não exposição dos dados de pesquisa.

### **AUTONOMIA**

Nós lhe asseguramos assistência durante toda pesquisa, bem como garantiremos seu livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que você queira saber antes, durante e depois de sua participação. Também informamos que você pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerá qualquer prejuízo à assistência que vem recebendo.

### **RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO**

No entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da participação nesta pesquisa, tais como transporte, alimentação entre outros, bem como de seu acompanhante, haverá ressarcimento dos valores gastos na forma seguinte: dinheiro, após cada visita.

De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente de sua participação no estudo, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

### **CONTATO**

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior, o pesquisador Prof. Dr. Ragami Chaves Alves, a Prof. Ms. Keith Mary de Souza Sato Urbinati e o Mestrando Renan Alberton Ramos e com eles você poderá manter contato pelos telefones: (41) 99217-7879, (41) 99241-7987. Ou por e-mail: [tacitojr2009@hotmail.com](mailto:tacitojr2009@hotmail.com), [ragami1@hotmail.com](mailto:ragami1@hotmail.com), [keith\\_sato@hotmail.com](mailto:keith_sato@hotmail.com), [ramos.renan25@gmail.com](mailto:ramos.renan25@gmail.com).

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) é composto por um grupo de pessoas que estão trabalhando para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR (CEP) pelo telefone (41) 3271-2103 entre segunda e sexta-feira das 08h00 às 17h30 ou pelo e-mail [nep@pucpr.br](mailto:nep@pucpr.br).

### **DECLARAÇÃO**

Declaro que li e entendi todas as informações presentes neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e tive a oportunidade de discutir as informações deste termo. Todas as minhas perguntas foram respondidas e eu estou satisfeito com as respostas. Entendo que receberei uma via assinada e datada deste documento e que outra via assinada e datada será arquivada nos pelo pesquisador responsável do estudo.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido 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.

<b>Dados do participante da pesquisa</b>	
Nome:	
Telefone:	
e-mail:	

Local, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante da pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

**APÊNDICE 2 – ANAMNESE**

Nome: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Possui alguma doença cardiometabólica na família?

\_\_\_\_\_

Possui alguma lesão ou cirurgia osteomioarticular?

\_\_\_\_\_

Sente algum tipo de tontura ao realizar exercícios?

\_\_\_\_\_

Utiliza algum tipo de Suplementação? \_\_\_\_\_

Qual? \_\_\_\_\_

Já utilizou esteroides anabolizantes? \_\_\_\_\_ Se sim, há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Treina a quanto tempo? \_\_\_\_\_ Freq. Semanal: \_\_\_\_\_

Já realizou teste de força no seu treinamento? \_\_\_\_\_

Declaro ter entendido a importância e o intuito da presente anamnese para que a intervenção seja realizada de forma segura para a minha integridade, e ter respondido de forma verdadeira à todas as perguntas.

Curitiba \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

\_\_\_\_\_

Participante

### APÊNDICE 3 – FICHA DE AVALIAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

#### Dobras:

Peitoral: \_\_\_\_\_ Axilar Média: \_\_\_\_\_ Supra Ilíaca: \_\_\_\_\_ Coxa: \_\_\_\_\_

Abdominal: \_\_\_\_\_ Tríceps Braquial: \_\_\_\_\_ Subescapular: \_\_\_\_\_

Braço Relaxado: \_\_\_\_\_ Braço Contraído: \_\_\_\_\_ Antebraço: \_\_\_\_\_

Densidade: \_\_\_\_\_ %Gordura DC: \_\_\_\_\_.

#### Bioimpedância:

Peso: \_\_\_\_\_ Água Corporal Total (L): \_\_\_\_\_ %Gordura: \_\_\_\_\_

Massa Gorda (kg): \_\_\_\_\_ Massa Magra (kg) \_\_\_\_\_ TMB: \_\_\_\_\_

Reactância: \_\_\_\_\_.

#### Teste de 1RM Rosca Direta

50% estimado: \_\_\_\_\_ 70% estimado: \_\_\_\_\_ 1ª Tentativa: \_\_\_\_\_

2ª T: \_\_\_\_\_ 3ª T: \_\_\_\_\_ 4ªT: \_\_\_\_\_ 5ªT: \_\_\_\_\_

1RM: \_\_\_\_\_ 1RM EXC: \_\_\_\_\_ 80%: \_\_\_\_\_.

#### Teste de 1RM Tríceps Testa

50% estimado: \_\_\_\_\_ 70% estimado: \_\_\_\_\_ 1ª Tentativa: \_\_\_\_\_

2ª T: \_\_\_\_\_ 3ª T: \_\_\_\_\_ 4ªT: \_\_\_\_\_ 5ªT: \_\_\_\_\_

1RM: \_\_\_\_\_ 1RM EXC: \_\_\_\_\_ 80%: \_\_\_\_\_.