

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
MOVIMENTO HUMANO**

Comparação entre 8 semanas de treinamento de força tradicional versus treinamento com alongamento entre séries na espessura dos músculos da parte superior do corpo, arquitetura e desempenho de força máxima

Guilherme Borsetti Businari

2022

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

GUILHERME BORSETTI BUSINARI

**COMPARAÇÃO ENTRE 8 SEMANAS DE
TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL
VERSUS TREINAMENTO COM
ALONGAMENTO ENTRE SÉRIES NA
ESPESSURA DOS MÚSCULOS DA PARTE
SUPERIOR DO CORPO, ARQUITETURA E
DESEMPENHO DE FORÇA MÁXIMA**

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

Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes

PIRACICABA
2022

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Joyce Rodrigues de Freitas - CRB-8/10115.

B979c	<p>Businari, Guilherme Borsetti Comparação entre 8 semanas de treinamento de força tradicional versus treinamento com alongamento entre séries na espessura dos músculos da parte superior do corpo, arquitetura e desempenho de força máxima / Guilherme Borsetti Businari – 2022./ 65 f. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes. Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Ciências do Movimento Humano, Piracicaba, 2022.</p> <p>1. Alongamento. 2. Hipertrofia. 3. Força. I. Businari, Guilherme Borsetti. II. Título.</p>
CDD – 796	

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa Leticia Pâmela de Souza Businari por ter estado ao meu lado em todos os momentos, apoiando as minhas decisões e incentivando quando necessário.

Aos meus filhos Heitor de Souza Businari e Heloíse de Souza Businari, nascidos recentemente e que me proporcionaram o descobrimento de um amor incondicional que me motiva a cada dia lutar pelos meus objetivos.

Um agradecimento especial a minha família, meu pai Cláudio Roberto Businari, mãe Tânia Aparecida Borsetti Businari e irmã Gabriela Borsetti Businari por sempre acreditarem nos meus objetivos, incentivarem e disponibilizarem tempo e amor para qualquer eventualidade.

Agradeço a Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) e a todos os profissionais envolvidos nesse projeto, oferecendo ótimas condições para o desenvolvimento desse trabalho. Aos coordenadores, diretores, docentes e ao departamento administrativo que foram essenciais para o bom andamento do processo acadêmico.

À instituição CAPES que subsidiou meu estudo durante todo o período da pós-graduação e permitiu a realização desse sonho.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Performance Humana, que me receberam respeitosamente e estimularam o desenvolvimento desse trabalho, em especial Prof. Dr. Tiago Volpi Braz que acreditou nos meus sonhos, me orientou, ensinou e trabalhou diretamente para a conclusão desse estudo. Os companheiros Danilo Rodrigues Batista, Paulo Henrique Barbosa, Welligton Gonçalves Dias e Luan Oenning Col, que se tornaram grandes parceiros e ajudaram diretamente em todas as necessidades.

Finalmente, agradecer especialmente meu orientador Dr. Charles Ricardo Lopes por ensinar e compartilhar seu vasto conhecimento, estimular

e contribuir de forma imensurável com meu desenvolvimento, tendo sido grande referência para mim, além de ter se tornado um grande amigo.

RESUMO

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de 8 semanas de treinamento de força (TF) com alongamento entre séries (AES) *versus* o TF tradicional (TRAD) na espessura dos músculos da parte superior do corpo, arquitetura muscular e desempenho de força. **Métodos:** Vinte e dois sujeitos recreacionalmente treinados em força foram alocados no grupo alongamento entre séries (GAES, n = 12) ou grupo tradicional (GTRAD, n = 10) e completaram oito semanas de TF. A única diferença entre os grupos foi que o GAES incluiu alongamento estático entre as séries, enquanto o GTRAD realizou descanso passivo entre as séries. Imagens de ultrassom, testes de força dinâmica e isométrica para os flexores e extensores de cotovelo foram avaliados antes e após oito semanas do período de intervenção. **Resultados:** O volume total de treinamento foi maior em GTRAD do que grupo GAES (GTRAD = $1.309.049 \pm 478.869$ kg vs. GAES = 879.647 ± 346.566 kg, $p = 0,031$). Foram observados ganhos semelhantes de força máxima dinâmica e isométrica em ambos os grupos. A espessura muscular (EM) e o ângulo de penetração (AP) da porção distal do tríceps braquial aumentaram apenas para o GAES (EM pré: 15,4 mm vs. EM pós: 18,4 mm, $p = 0,035$; AP pré: 11,3 ° vs. pós AP: 14,4 °, $p = 0,007$). O comprimento do fascículo do braquial (CF) aumentou em GTRAD após 8 semanas (CF pré: 48,5 mm vs. CF pós: 57,7 mm, $p = 0,033$). Não houve mudanças significativas nas medidas de arquitetura do bíceps braquial em nenhum dos grupos. **Conclusão:** O AES promove ganhos semelhantes na força dinâmica e isométrica do membro superior apesar da CTL ser inferior quando comparado ao TRAD. O protocolo AES induziu aumento da espessura muscular e do ângulo de penetração da porção distal do tríceps braquial; e o protocolo TRAD induziu aumento no comprimento do fascículo braquial.

Palavras-chave: Alongamento, hipertrofia, força

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to compare the effect of 8 weeks of resistance training (RT) with intersets static-stretching (IS) versus traditional RT (TRAD) on upper-body muscle thickness, muscle architecture, and strength performance. **Methods:** Twenty-eight recreationally-trained subjects were allocated to interest stretching group (ISG, $n = 12$) or traditional group (TRADG, $n = 10$) and completed eight weeks of RT. The only difference between the groups was that ISG group included static stretching between sets, while the TRADG rested in between the sets. Ultrasound images, dynamic and isometric strength tests for the elbow flexors and elbow extensors were evaluated pre- and post- eight weeks of training. **Results:** Total training volume was greater in TRADG than ISG (TRADG = $1,309,049 \pm 478,869$ kg vs. ISG = $879,647 \pm 346,566$ kg, $p = 0.031$). TRAD and IS caused similar increases in maximal dynamic and isometric strength. Muscle thickness (MT) and the pennation angle (PA) of the distal portion of the triceps brachii increased only for ISG group (MT pre: 15.4mm vs. MT post: 18.4mm, $p = 0.035$; PA pre: 11.3° vs. PA post: 14.4° , $p = 0.007$). Brachialis' fascicle length (FL) increased following TRAD (FL pre: 48.5mm vs. FL post: 57.7mm, $p = 0.033$). There were no significant changes in architectural measures of the biceps brachii in either group. **Conclusion:** IS promotes similar gains in dynamic and isometric strength of the upper limb despite the lower total load lifted (TLL) when compared to TRAD. The IS protocol induced an increase in muscle thickness and the pennation angle of the distal portion of the triceps brachii; and the TRAD protocol induced an increase in fascicle length of the brachialis.

Keywords: Stretching, hypertrophy, strength

LISTA DE ABREVIATURAS

AES - Alongamento entre séries TF – Treinamento de força

TRAD - Treinamento tradicional de força GAES – Grupo alongamento entre séries

GTRAD – Grupo tradicional

RM – Repetição máxima CTL – Carga total levantada EM - Espessura muscular AP -

Ângulo de penação

CF – Comprimento do fascículo

FST-7 – *Fascia stretch training* – 7 (treinamento do alongamento da fascia)

TST – Tempo sob tensão

UMT – Unidade músculo-tendínea

PSD – Percepção subjetiva de desconforto FNP – Facilitação neuromuscular

proprioceptiva

CVIM – Contração voluntária isométrica máxima PF – Pico de força

IP – Impulso

CCI – Coeficiente de correlação intraclassa CV - Coeficiente de variação

DM – Diferença média PP – Ponto proximal PD – Ponto distal

DP – Desvio padrão

IC – Intervalo de confiança ANOVA - Análise de variância TE – Tamanho do efeito

MDD – Mínima diferença detectável ETM – Erro típico da medida

Ca⁺ - Cálcio SIN - Seno

LISTA DE SÍMBOLOS

g – gramas

kg – quilogramas

Kcal – quilocalorias

kgf – quilograma força

g/kg – gramas por quilograma de massa corporal

s – segundos

ms - milissegundos

min – minutos

h – horas

mm - milímetros

cm – centímetros

p – Significância

vs – *versus*

\pm - mais ou menos

$^{\circ}$ - graus

% - Percentual

x – multiplicador

n – número

β – beta

i, ii, iii – 1, 2 e 3

Hz – Hertz

MHz – Mega-hertz

$\eta^2 p$ – eta quadrado parcial

$\sqrt{\quad}$ - raiz quadrada

$\Delta\%$ - Delta percentual

d – tamanho do efeito

< - Menor

> - Maior

= - igual

* - Asterisco

- *Hashtag*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do desenho experimental.....	25
Figura 2. Procedimentos do desenho experimental.....	28
Figura 3. Marcações anatômicas e imagens do ultrassom do tríceps a 50% PP e 70% PD, bíceps braquial e braquial, e braquial fletido a 135° para avaliação.	36
Figura 4. Imagens do ultrassom com medidas de EM e AP nas condições pré e pós intervenção	36
Figura 5. Carga total semanal levantada (CTL) para cada grupo (TRAD vs AES) nas sessões totais de TF e semanas 1 a 4 vs semanas 5 a 8	43
Figura 6. Média com IC 95% (barras de erros) das alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para as variáveis 1RM, força de pico e impulso na flexão e extensão do cotovelo.....	46
Figura 7. Média com IC 95% (barras de erros) das alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para espessura muscular dos músculos bíceps braquial, braquial e tríceps braquial	50
Figura 8. Média com IC 95% (barras de erros) de alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para comprimento fascicular do músculo Braquial (esquerda) e tríceps braquial (proximal - médio, distal - direita).....	51
Figura 9. Média com IC 95% (barras de erros) de alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para o ângulo de penetração do músculo Braquial (esquerdo) e tríceps braquial (proximal - médio, distal - direito).	51

LISTAS DE QUADRO E TABELAS

Quadro 1: Protocolos e rotinas de treinamento semanal	30
Tabela 1: Estatística descritiva do grupo de participantes referente ao erro típico da medida (ETM), coeficiente de correlação interclasses (CCI), coeficiente de variação percentual (CV%) e mínima diferença detectável (MMD) das variáveis: 1RMRD; 1RMTT; PFFC; PFEC; EMBB; EMBR; EMTB; EMTB; CFBR; CFTB; CFTB; APBR(°); APTB proximal (°); APTB distal(°). ...	39
Tabela 2: Estatística descritiva da linha de base (média ± DP).....	40
Quadro 2: Consumo estimado de nutrientes na dieta para GTRAD e GAES (média ± desvio padrão).....	41
Tabela 3: Medidas de força muscular e resistência muscular pré e pós- intervenção para GTRAD e GAES (DM ± DP).....	45
Tabela 4: Valores arquetônicos dos músculos BB e TB para cada grupo.	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	17
4 HIPÓTESE	18
5 REVISAO DE LITERATURA	19
6 MATERIAIS E MÉTODOS	25
6.1 Participantes	26
6.2 Critérios de inclusão e exclusão	27
6.3 Recrutamento e adesão ao termo de consentimento livre e esclarecido	27
6.4 Procedimentos 27	
6.4.1 Intervenção	29
6.4.2 Carga total levantada	31
6.4.3 Inquérito Nutricional	31
6.4.4 Descrição das avaliações	32
6.4.4.1 Avaliação de uma repetição máxima (1RM)	32
6.4.4.2 Avaliação da contração voluntária isométrica máxima	33
6.4.4.3 Avaliação da espessura e arquitetura muscular	34
6.5 Análise estatística	37
7 RESULTADOS	39
8 DISCUSSÃO	53
9 CONCLUSÃO	61
10 APLICAÇÕES PRÁTICAS	62
REFERÊNCIAS	63
ANEXO I PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)	69
APÊNDICES I DADOS PESSOAIS E HISTÓRICO DE TREINO	70
APÊNDICES II INQUÉRITO NUTRICIONAL	71

1. INTRODUÇÃO

Recentemente a literatura científica tem investigado diferentes organizações de treinamento de força (TF) e fornecido informações importantes para elucidar o conhecimento e suas aplicações práticas. O ex-fisiculturista e atual Treinador, Hany Rambod, sistematizou uma organização de TF denominada “*Fascia Stretch Training – 7*” (FST-7) relatando ser uma técnica especializada para melhorar o desempenho e aumentar a massa muscular, sugerindo que o FST-7 possa maximizar o inchaço muscular realizando um treinamento com alto volume e intensidade, adicionando 7 séries de 10 a 12 repetições máximas ao final da sessão de TF do grupamento muscular previamente utilizado, incluindo 30 a 45 segundos de alongamento entre séries (AES). No entanto, a literatura não é clara sobre os efeitos dessa organização de treinamento, e a combinação de TF e AES permanece inconclusiva.

Diante do nosso conhecimento, poucas pesquisas avaliaram os efeitos crônicos do AES incrementado ao TF, e permanece em discussão sua comparação à organização TRAD. No que se refere ao AES, os estudos atuais apresentam uma variabilidade de procedimentos metodológicos, amostras e resultados. Evangelista et al. (2019), por exemplo, relataram a dificuldade em comparar seus resultados com a literatura atual, sugerindo cautela na interpretação dos dados, principalmente ao analisar pesquisas com modelos animais e ensaios com humanos. Outros fatores também podem interferir na interpretação dos estudos, como questões de gênero, falta de randomização e cegamento do avaliador, confiabilidade inter-avaliador e estado de hidratação (BEHM et al., 2011). Em revisão sistemática, Medeiros e Lima, (2017) relataram dificuldades semelhantes à interpretação dos dados devido a heterogeneidade das pesquisas, destacada também por Latella et al. (2019).

Embora o alongamento estático possa prejudicar tarefas subsequentes

dependentes da força, há evidências de que o alongamento crônico realizado em paralelo ao TRAD pode melhorar o desempenho neuromuscular (SHRIER, 2004; MEDEIROS E LIMA, 2017). Algumas revisões anteriores (SHRIER, 2004; MEDEIROS E LIMA, 2017) relataram que o efeito crônico do alongamento pode melhorar as medidas de força, altura do salto e velocidade. Entretanto, a maioria dos estudos crônicos realizou o alongamento antes (SIMÃO et al., 2011; BASTOS et al., 2013; LEITE et al., 2015; MORIGGI et al., 2017) ou após (LEITE et al., 2015) a sessão de treinamento de força, e apenas alguns deles investigaram os efeitos do AES nas adaptações musculares (SIMÃO et al., 2011; BASTOS et al., 2013; SOUZA et al., 2013; EVANGELISTA et al., 2019). O alongamento pode ter efeitos positivos, nulos e negativos na adaptação neuromuscular, dependendo da manipulação do TF e do controle das variáveis do alongamento (NUNES et al., 2020). Está bem documentado que o alongamento estático prolongado e intenso diminui o desempenho da força aguda (BEHM et al., 2011), possivelmente devido a alterações mecânicas e neurofisiológicas da unidade musculotendínea (BEHM et al., 2001). Deste ponto de vista, o AES poderia prejudicar o desempenho subsequente (PADILHA et al., 2019) e, hipoteticamente, afetar o desenvolvimento da força e massa muscular devido à sua dependência da carga total levantada (CTL) (SCHOENFELD et al., 2016; SCHOENFELD et al., 2018). Por outro lado, o alongamento entre séries pode aumentar o tempo sob tensão (TST), restringir o fluxo sanguíneo, aumentar o cálcio (Ca^{+}) na junção neuromuscular e afetar as respostas fisiológicas em uma sessão de TF, e neste sentido, poderia contribuir com adaptações crônicas do treinamento (MOHAMAD et al., 2011; NUNES et al., 2020). Além disso, o alongamento por si só pode aumentar o comprimento do fascículo devido à adição de sarcômeros em série (ZOLLNER et al., 2012; FREITAS E MIL-HOMENS, 2015; SIMPSON et al., 2017).

Segundo a revisão de Freitas et al. (2017) o efeito do alongamento crônico permanece em discussão e dois mecanismos são propostos para explicar as adaptações musculares, dentre elas, o aumento da amplitude de movimento articular: Teoria 1) mecânica e 2) sensorial. A teoria mecânica justifica parcialmente os efeitos através de adaptações estruturais do músculo e alterações nas unidades músculo-tendíneas (UMT). Por outro lado, a teoria sensorial investiga principalmente o aumento da tolerância da UMT à tensão passiva (torque) sem alterações nas propriedades estruturais.

Foram encontrados quatro estudos que investigaram os efeitos crônicos do AES no ganho de massa muscular e adaptação neuromuscular (SIMÃO et al., 2011; BASTOS et al., 2013; SOUZA et al., 2013; EVANGELISTA et al. 2019). Os estudos de Evangelista et al. (2019), Simão et al. (2011) e Souza et al. (2013) observaram que o AES não causou aumentos adicionais nas medidas de força quando comparados ao intervalo de descanso passivo em homens não treinados em força, mulheres sedentárias e homens treinados em força, respectivamente. Por outro lado, Bastos et al. (2013) relataram que o AES dificultou os ganhos de força da parte superior e inferior do corpo após 10 semanas de TF. Em relação ao ganho de massa muscular, Evangelista et al. (2019) observaram que o AES favoreceu o aumento da espessura do vasto lateral, mas não observaram os mesmos resultados para o reto femoral, bíceps braquial e tríceps braquial. Até o momento, o efeito crônico do AES na espessura muscular, arquitetura e desempenho, especificamente em regimes de alto volume para indivíduos treinados em força, permanecem discutíveis.

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de 8 semanas de treinamento de força tradicional (GTRAD) versus treinamento de força com alongamento estático entre séries (GAES) na espessura dos músculos da parte

superior do corpo, arquitetura muscular e desempenho de pico de força e força máxima. Especificamente, comparamos a espessura do bíceps braquial e do tríceps braquial e a arquitetura de diferentes regiões por meio de ultrassonografia; o pico de força em uma contração isométrica voluntária máxima durante a flexão e extensão do cotovelo; 1RM da flexão do bíceps e extensão do tríceps; número total de repetições; e o volume total de treinamento em ambas as condições experimentais.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral:

Comparar o efeito de 8 semanas de GTRAD e GAES na espessuramuscular da parte superior do corpo e no desempenho neuromuscular.

2.2. Objetivos específicos:

Realizar a comparação dos efeitos de oito semanas de GTRAD e GAES, com duas sessões semanais para cada grupo muscular (bíceps e tríceps), pré e pós-intervenção nas seguintes variáveis dependentes:

- Carga Total Levantada (CTL).
- O incremento de cargas entre as semanas 1-4 para 5-8.
- Teste de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios rosca direta e tríceps testa;
- Teste de contração voluntária isométrica máxima para verificar pico de força nos exercícios rosca direta (cross-over) e tríceps na polia (cross-over)
- Espessura muscular de: bíceps braquial, braquiorradial e tríceps braquial.

3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Verificar e analisar as respostas neuromusculares e arquitetônicas das diferentes estratégias de treinamento proporcionará maiores conhecimentos quanto à combinação de TF e AES para força e ganho de massa muscular em sujeitos treinados, contribuindo para um melhor entendimento sobre os efeitos dessa combinação. Assim, o conhecimento poderá contribuir para a aplicação prática de treinadores e técnicos na prescrição do TF combinado com alongamento.

Além disso, a literatura científica não é clara sobre a utilização de estratégias que combinam TF e AES para força e ganho de massa muscular, apresentando desenhos metodológicos com animais, protocolos e amostras diferentes do presente estudo, dificultando comparações entre os achados. Os estudos com ensaios randomizados que analisaram a combinação de TF e alongamento para força e hipertrofia muscular avaliaram sujeitos sedentários, destreinados e/ou idosos, e portanto, torna-se importante analisar a relação dessas estratégias para sujeitos recreacionalmente treinados em força, contribuindo com a organização do treinamento para esse público.

4. HIPÓTESE

A hipótese inicial era que o GAES poderia apresentar menor CTL devido ao efeito negativo do AES durante o TF, e conseqüentemente afetar os ganhos de força e hipertrofia quando comparado com GTRAD.

Além disso, os testes de contração isométrica voluntária máxima não seriam fortemente afetados pelas adaptações de ambas as estratégias devido ao programa de treinamento.

Por fim, nossa hipótese inicial sobre as respostas arquitetônicas era de que poderia haver um maior aumento do CF para o grupo GAES em função das características do programa de treinamento utilizado.

5. REVISÃO DE LITERATURA

Diante desse tema, foram encontrados poucos estudos investigando o AES incrementado ao TF, dentre eles, o efeito agudo do alongamento e estratégias entre séries no desempenho muscular (LATELLA et al., 2019), alongamento estático e dinâmico no desempenho (BEHM et al., 2011), o efeito crônico do alongamento associado ao TF (MEDEIROS E LIMA, 2017), e alongamento e hipertrofia (NUNES et al., 2020). Dentre os achados foi possível observar que poucos estudos foram avaliados em função da diversificação metodológica dos trabalhos e protocolos apresentados, dificultando a comparação entre as pesquisas.

Contudo percebe-se que houve um aumento nas pesquisas que investigam o TF e suas diferentes organizações, e conseqüentemente, o período

de recuperação entre séries passou a ser explorado por pesquisadores a fim de encontrar novos achados que possam contribuir e otimizar a prática do TF. Atualmente, o TF é a principal estratégia para desenvolvimento de força muscular, hipertrofia, potência e resistência muscular localizada (AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE - ACSM, 2011), considerado o método mais eficaz para aumentar a força e ganho de massa muscular (EVANGELISTA et al., 2019) e consistem períodos de trabalho e recuperação em suas formas mais simples (MOHAMAD et al., 2014).

Evidências indicam que para otimizar as adaptações musculares requer manipulações das variáveis do treinamento resistido (SCHOENFELD et al., 2021), levando em consideração o tempo sob tensão (MOHAMAD et al., 2011). Adicionalmente, para garantir que a síntese proteica supere a degradação, são necessários: cargas adequadas, respostas mecânicas, hormonais e metabólicas, vias de sinalização, nutrição e recuperação (ACSM, 2009 apud SOUZA et al., 2013). Nesse sentido, recentes pesquisas visam entender se o efeito do AES incrementado nas

sessões de TF poderia contribuir com as respostas adaptativas do desempenho e arquitetura muscular. Em adição, Latella et al. (2019) em revisão sobre estratégias de utilização do período de descanso entre séries durante TF, destacou a abundância do tempo gasto tradicionalmente nos períodos de recuperação (considerando 60-90 s de pausa entre série que resultam em 20-40 minutos totais na sessão). Desta forma, pode ser uma estratégia para aumentar a produção de trabalho e entende-se que a utilização do AES possa através do período sob tensão utilizar de forma oportuna esse intervalo.

Por sua vez, o alongamento além de ser amplamente utilizado para melhorar a amplitude do movimento e tolerância das articulações (NUNES et al., 2020) é importante para promoção e manutenção da saúde e, autonomia funcional quando apresentam níveis adequados de flexibilidade associados a força (SOUZA et al., 2013). Dentre os tipos de alongamento, os mais utilizados são o alongamento passivo que ocorre sem interação neuromuscular e o ativo com interação (MOHAMAD et al., 2011). Entre os estudos analisados, não há um consenso sobre quais variáveis do alongamento apresentam maiores influências nas adaptações de desempenho e arquitetura muscular, mas destacam: duração, intensidade e volume (LATELLA et al., 2019; NUNES et al., 2020; MEDEIROS E LIMA, 2017; BEHM et al., 2011).

Sobre a intensidade do alongamento, a revisão proposta por Behm et al. (2011) mostraram que a percepção subjetiva de desconforto (PSD) de 0- 100% (sendo 100% desconforto máximo) pode ser utilizada para monitorar a intensidade do alongamento, e verificaram prejuízos da força de forma aguda (BEHM et al., 2001, 2004, 2006; YOUNG e BEHM, 2003), altura do salto (CORNEWELLET al., 2002; YOUNG e ELLIOT, 2001; YOUNG e BEHM, 2003), tempos de contato como solo para *drop jump* (BEHM et al., 2006), ativação muscular (BEHM et al., 2001) tempo de reação,

movimento e equilíbrio (BEHM et al., 2004). Adicionalmente, outras evidências sugerem que o alongamento de intensidade inferior a máxima pode não produzir esses prejuízos (YOUNG et al., 2006). Em conclusão, Nunes et al. (2020) demonstraram que o alongamento passivo de baixa intensidade não parece conferir alterações benéficas para arquitetura muscular. A explicação para esse fenômeno seria que maiores durações e intensidades máximas (PSD), poderiam levar o músculo a um estresse incomum gerando prejuízos ao sistema neuromuscular, e conseqüentemente ao desempenho. Porém, Behm et al. (2011) ressaltam que os estudos que utilizam intensidades submáximas não fornecem clareza a respeito dos prejuízos induzidos pelo alongamento estático.

Em relação a duração, Franco et al. (2008) observaram que diferentes protocolos de alongamento na resistência de força, 1 x 20s, 2 x 20s e 3 x 20s não afetaram as séries subseqüentes na resistência de força, enquanto que 1 x 40s e protocolo FNP (facilitação neuromuscular proprioceptiva) demonstraram reduções na resistência muscular em homens treinados. Conforme esses achados, os autores destacaram a duração dos estímulos e o tipo do alongamento (1 x 40s e FNP), já que quando fracionados (por exemplo, 2 x 20s) não demonstraram prejuízos na resistência de força. Além disso, os autores relatam que os possíveis mecanismos responsáveis por esses prejuízos podem ser atribuídos às alterações das propriedades viscoelásticas, influenciando na relação comprimento-tensão do músculo (FRANCO et al., 2008).

Ainda sobre a duração, um dos primeiros estudos a investigar essa variável do alongamento e suas influências na produção de potência (YOUNG et al., 2006) observaram menores prejuízos no salto com alongamento de 1 min quando comparado com 2 e 4 min. Além disso, a literatura tende a demonstrar que quando a

duração estática de um grupo muscular é superior a 90s para potência (por exemplo 3 x 30s), há fortes evidências do comprometimento do desempenho, e quando é inferior a 90 segundos parece haver maior variabilidade de evidências (BEHM et al., 2011). Os efeitos prejudiciais podem provavelmente ser atribuídos, pelo menos parcialmente, a reduções da rigidez músculo-tendínea (LATELLA et al., 2019). Adicionalmente, Behm et al. (2011) tem sugerido que indivíduos treinados tendem a ser menos suscetíveis às adaptações que sujeitos não treinados.

Quando visto o volume do alongamento, a revisão de Nunes et al. (2020) analisaram as respostas no ganho de massa muscular destacam que o volume parece não ser um fator determinante, e que outros elementos poderiam desempenhar papéis mais importantes, como o tipo do alongamento e a intensidade. Sobre respostas no ganho de massa muscular e alongamento, Ferreira-junior et al. (2019) avaliaram sujeitos que realizaram 80 segundos de alongamento agonista (bíceps femoral) antes de TF, e não demonstraram prejuízos no crescimento muscular após 8 semanas. Além disso, Kubo et al. (2002) demonstraram que durante 3 semanas, 5 séries de 45 segundos de alongamento duas vezes ao dia, não prejudicou as respostas no ganho de massa muscular quando comparado com TF isolado. Adicionalmente, Nunes et al. (2020) observaram que os protocolos que utilizaram o alongamento anteriormente ao TF não observaram diferenças nas respostas do ganho de massa muscular. Por outro lado Evangelista et al. (2019) e Silva et al. (2014), ressaltaram que o AES poderia induzir algum crescimento muscular adicional. Esses resultados parecem indicar que as adaptações estruturais só ocorrem depois de um limite mínimo de estímulo alcançado, e esses efeitos parecem estar relacionados a restrição do fluxo sanguíneo e aumento do acúmulo de metabólitos (DANKEL et al., 2017) e/ ou vias de sinalização anabólicas (MOHAMED ET al., 2011).

Quanto a CTL da sessão, Padilha et al. (2019) demonstrou um efeito negativo nas séries subsequentes de uma sessão de TF de um grupo que treinou com AES. Essa informação gera reflexões sobre o comportamento crônico da CTL após um período de intervenção, e o quanto isso refletiria na CTL de todo período de treinamento. Além disso, o estudo analisou uma sessão aguda de 7 x 10 repetições de TF e AES (25 s de alongamento) e relataram que o grupo AES apresentou maior índice de fadiga muscular, reduziu a amplitude do sinal eletromiográfico e CTL quando comparado com o grupo tradicional. Além disso, não observaram diferenças para lactato sanguíneo e inchaço muscular.

Duas hipóteses foram propostas para redução de força induzidas pelo alongamento (COSTA et al., 2013). Um mecanismo proposto para diminuição da força e potência após o alongamento estático anterior ao TF envolveu adaptações mecânicas, ou seja, uma redução na rigidez e um aumento no comprimento entre os sarcômeros em repouso que altera a relação comprimento-tensão do músculo (complacência) (SHARMAN, CRESWELL, & RIEK, 2006). O segundo mecanismo proposto envolveu fatores neurais, como recrutamento diminuído ou sensibilidade reflexa, ou uma combinação de ambos os mecanismos (MIRANDA et al., 2015).

Em relação ao desempenho muscular, uma recente revisão realizada por Medeiros e Lima (2017) analisaram estudos que avaliaram a relação entre alongamento e desempenho muscular através de testes funcionais (ciclo alongamento-encurtamento, contração voluntária isométrica e isotônica, e 1RM), e apresentaram 14 de 28 estudos que relataram evidências de que o alongamento crônico pode melhorar medidas do desempenho muscular apenas para testes dinâmicos, sendo que contrações isométricas não foram afetadas pelo treinamento de flexibilidade. Além disso, concluíram que as reais influências do aumento da

flexibilidade no desempenho muscular permanecem incertas. Nessa revisão, foram destacados mecanismos responsáveis pelo aprimoramento da performance muscular provenientes do alongamento, como aumento da tolerância articular, adaptações visco-elásticas e adição de sarcômeros em série, explicados pelas alterações estruturais músculo-tendínea que modifica também a percepção de desconforto e aumento da amplitude do movimento, contribuindo para o desempenho do TF. Além disso, parece que OoTF e alongamento em paralelo melhoram força e flexibilidade quando incluídos na mesma sessão de treinamento (MEDEIROS E LIMA, 2017).

6. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo usou um desenho experimental e longitudinal de grupo paralelo. Os procedimentos de avaliação foram realizados na Universidade Metodista de Piracicaba e UNASP de Hortolândia. O treinamento realizado pelos grupos aconteceu na academia de musculação do UNASP de Hortolândia. Na Figura 1 é possível observar o fluxograma do desenho experimental.



CONSORT 2010 Flow Diagram

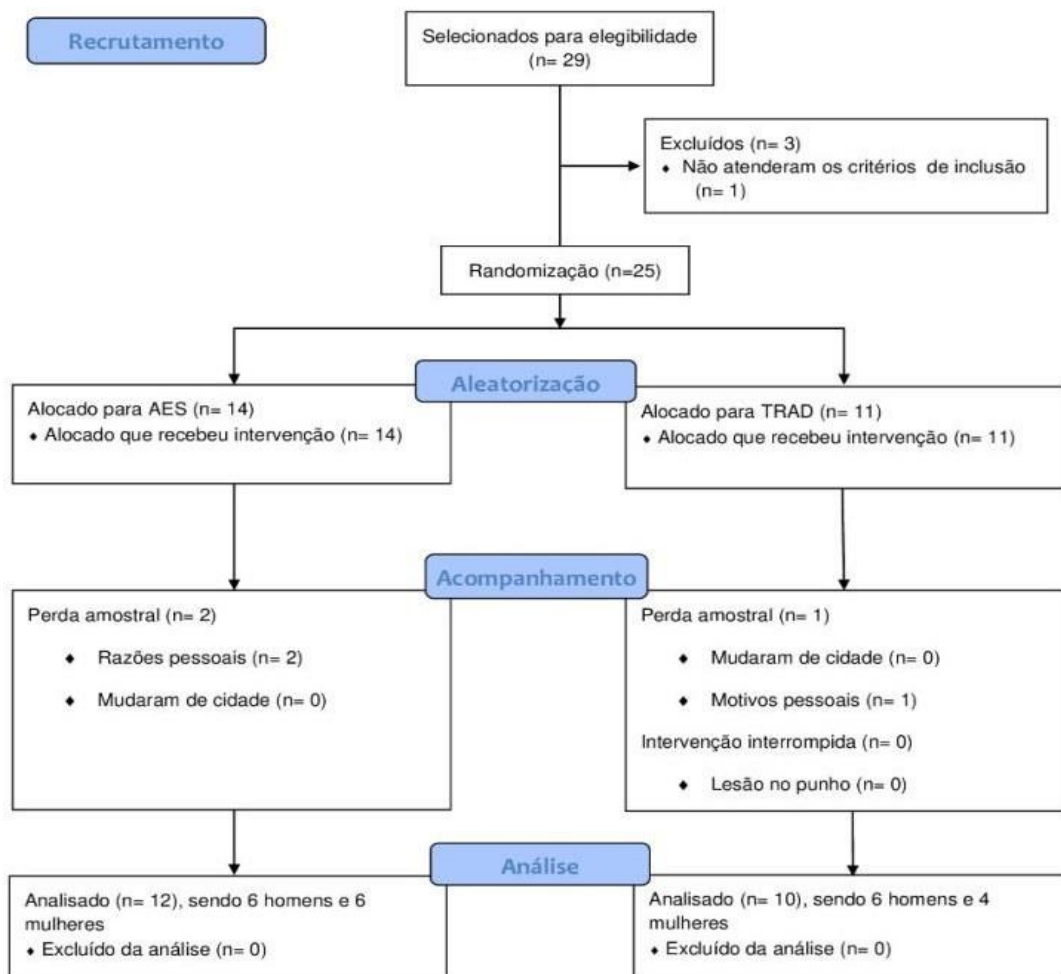


Figura 1: Fluxograma do desenho experimental.

6.1. Participantes

Os sujeitos recreacionalmente treinados em força foram contrabalanceados para o grupo GAES ou grupo GTRAD com base na soma de 1RM da extensão do tríceps e flexão do bíceps.

Antes e após 8 semanas de intervenção, avaliou-se a espessura muscular por imagem ultrassonográfica e força de pico em uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para flexão do bíceps e extensão do tríceps. As variáveis do programa foram equalizadas entre os grupos, exceto para a estratégia empregada entre as séries no primeiro e no último exercício de cada sessão de treinamento (Quadro 1). As características dos grupos foram as seguintes: grupo GAES: 6 homens e 6 mulheres, idade: $21,1 \pm 2,1$ anos; altura 176 ± 11 cm; massa corporal total $68,6 \pm 8$ kg. Grupo GTRAD: 6 homens e 4 mulheres, idade: $20,6 \pm 1,7$ anos; altura 171 ± 7 cm; massa corporal total $69,6 \pm 11,7$ kg. O tamanho da amostra foi justificado por uma análise de potência posterior no software Gpower (Versão 3.1.9.2; Universität Kiel, Kiel, Alemanha), força de pico e 1RM com um nível alfa alvo de 0,05. Os critérios de inclusão incluíam ter pelo menos 1 ano de experiência em TF sem interrupção, incluindo os exercícios realizados no estudo. Os indivíduos também tiveram que estar livres de qualquer lesão musculoesquelética nos últimos 6 meses antes da intervenção e foram orientados a não mudar seus hábitos nutricionais. Todos os sujeitos leram e assinaram um termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética da universidade local, sob o número de protocolo 1.749.141 (Anexo I).

6.2. Critérios de inclusão e exclusão

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (1) ter pelo menos 1 ano de experiência em TF sem interrupção; (2) livres de lesão musculoesquelética nos últimos 6 meses antes da intervenção e foram orientados a não mudar seus hábitos nutricionais.

6.3. Recrutamento e adesão ao termo de consentimento livre e esclarecido

Em reunião, todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais, onde foram esclarecidos todos os detalhes sobre o objetivo, metodologia, benefícios e possíveis riscos da pesquisa. Em seguida, todos os sujeitos leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP.

A proposta metodológica foi formulada respeitando as resoluções 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os procedimentos foram imediatamente interrompidos quando necessário diante de observações de movimento fora do padrão ou quaisquer incompatibilidade com a metodologia proposta. Se houvesse a necessidade por alguma eventualidade ou desconforto, os voluntários seriam encaminhados para o Hospital Municipal de Hortolândia.

6.4. Procedimentos

O Estudo teve duração de 11 semanas, sendo: 1ª semana – Familiarização e avaliações pré-intervenção dos voluntários; 2ª a 9ª semana – Período de Intervenção; 10ª semana – Avaliações pós-intervenção. Na 1ª semana do estudo, os sujeitos se apresentaram na academia do UNASP e realizaram 2 sessões de treinamento nessa semana (sendo uma sessão representada pela Rotina A, e a outra pela Rotina B, Quadro 1 1). Ao final da segunda sessão, foram orientados a não realizarem exercício

físico 48h antes da primeira coleta de dados, exceto as atividades de vida diária. No primeiro dia de avaliação pré-intervenção os sujeitos foram orientados sobre a disponibilidade de horários para o teste de contração voluntário isométrica máxima, houve uma organização e os sujeitos se apresentaram nos devidos horários. No segundo dia de avaliação pré-intervenção, primeiramente os voluntários realizaram as avaliações antropométricas (estatura e massa corporal), e após isso foi coletada a idade de cada um e o histórico de treinamento (volumes de séries por grupamento muscular) (Apêndice I). Em seguida, os sujeitos eram direcionados para uma sala onde era feita a marcação dos pontos anatômicos para análise ultrassonográfica, e logo após, foram coletadas as medidas de espessura muscular pelo ultrassom. O último procedimento do dia foi a coleta de 1RM para os músculos bíceps e tríceps braquial, nos exercícios rosca direta barra e tríceps testa barra.

Após 48h da última sessão de treinamento, os sujeitos foram submetidos às avaliações pós-intervenção, sendo primeiramente após as avaliações de espessura muscular e testes de 1RM, e após 24h, o teste contração voluntária isométrica máxima. A Figura 2 ilustra o procedimento experimental.

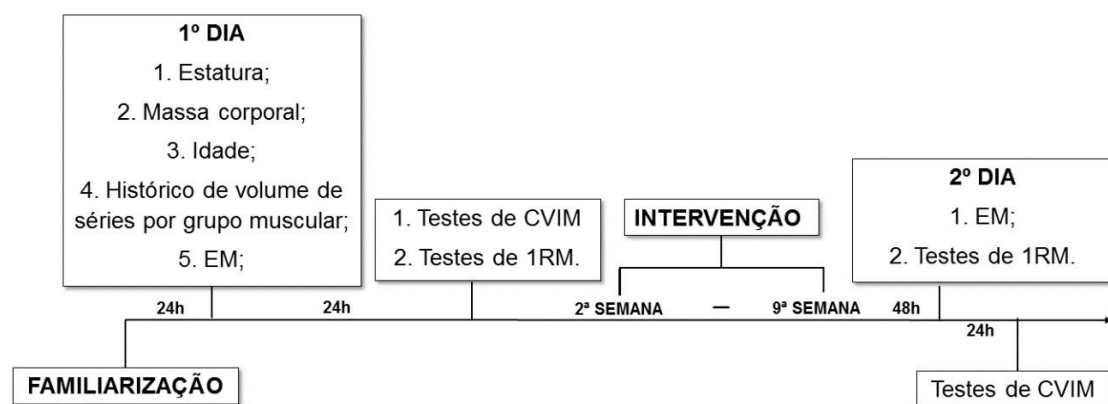


Figura 2 – Procedimentos do desenho experimental.

6.4.1. Intervenção

Os sujeitos foram alocados para os grupos GAES e GTRAD conforme a soma de 1RM de flexão do bíceps e extensão do tríceps, de maneira

aleatória. Ambos os grupos realizaram 4 sessões de treinamentos semanais, sendo 2 sessões com ênfase em bíceps e 2 em tríceps, durante o período de 8 semanas.

O treino A consistiu 7 séries de rosca direta, 3 séries de puxador triângulo, 3 séries de puxador aberto supinado, 3 séries de remada sentada supinada e por fim 7 séries de rosca direta respectivamente. O treino B foi composto por 7 séries de tríceps francês na máquina, 3 séries de supino reto, 3 séries de supino inclinado, 3 séries de supino sentado na máquina e 7 séries de tríceps francês na máquina, respectivamente. Se os voluntários realizassem menos de 10 repetições ou mais de 12 repetições era realizado um ajuste adicionando ou reduzindo um mínimo de aproximadamente 5% de carga à série seguinte. A única diferença no treinamento entre os grupos foi que o grupo GAES realizou 45 segundos de alongamento entre séries para os exercícios rosca direta no treino A, e tríceps francês na máquina no treino B, totalizando 14 séries de alongamento ao longo da sessão. O grupo GTRAD apenas manteve o descanso entre séries passivo por 45 segundos. O alongamento no grupo GAES foi monitorado e controlado por um professor de Educação Física com grande experiência prática. Os sujeitos deveriam alcançar a máxima amplitude articular durante o alongamento e sustentá-la por 45 segundos numa escala de desconforto de 70-90%, sendo 0 = sem desconforto e 100% = máximo desconforto, para controle da intensidade do alongamento. A elaboração do conteúdo do programa visou implantar um alto volume de treinamento, realizar exercícios presentes na rotina dos voluntários e atender os grupamentos musculares alvos da sessão. No Quadro 1 encontra-se descrito o

protocolo e rotinas de treinamento semanal.

Quadro 1: Protocolos e rotinas de treinamento semanal.

8 Semanas de treinamento 16 sessões de treinamento bíceps braquial/ 16 sessões de treinamento tríceps braquial				
Rotina A (GTRAD/GAES)		Rotina B (GTRAD/GAES)		
Rosca direta - 7x10-12 (45" rec/ along.)		Tríceps francês máq. - 7x10-12 (45" rec/ along.)		
Puxador triângulo – 3x10-12 (45" rec.)		Supino reto – 3x10-12 (45" rec.)		
Puxador aberto sup. – 3x10-12 (45" rec.)		Supino inclinado – 3x10-12 (45" rec.)		
Remada sentada sup. – 3x10-12 (45" rec.)		Supino sentado máq. – 3x10-12 (45"rec.)		
Rosca direta - 7x10-12 (45" rec/ along.)		Tríceps francês máq. - 7x10-12 (45" rec/ along.)		
GTRAD/GAES				
Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Rotina A	Rotina B	x	Rotina A	Rotina B

Legenda: GTRAD = Grupo treinamento tradicional, GAES = Grupo alongamento entre séries, Rotina A e B = Rotinas de treinamento (A e B), rec = recuperação passiva, along. = alongamento, " = segundos, e xxx = sem treino.

Inicialmente foram estabelecidas as zonas de 10RMs dos exercícios com base na semana de familiarização dos sujeitos para estimativa das cargas iniciais de treinamento. A cadência de todos os exercícios foi orientada para quem mantivesse aproximadamente 3 segundos durante toda a fase concêntrica e excêntrica. Além disso, a amplitude de movimento dos exercícios foi visualmente monitorada pelo professor responsável e caso necessário, orientada e corrigida.

Os voluntários foram inicialmente orientados sobre a disponibilidade de horários da academia e organizados em grupos. Após a definição dos horários

conforme a organização inicial e a disponibilidade da academia, alguns sujeitos treinaram no período da manhã e outros no período da tarde, e essa distribuição foi mantida até o final das 8 semanas de treinamento.

6.4.2. Carga total levantada (CTL).

A carga total levantada foi anotada pelos voluntários sob supervisão do professor, e calculada posteriormente por um dos pesquisadores (produto do número de séries, repetições e sobrecarga externa utilizada em cada exercício [kg]). Foi calculada a CTL total (soma das 8 semanas de intervenção); CTL de cada semana (soma de todas as sessões de treinamento da semana) do treino A e B. Além disso, foi calculado o incremento de cargas entre as semanas 1-4 e 5-8

(soma de todas as sessões de treinamento das semanas 5-8 subtraindo a soma de todas as sessões das semanas 1-4). Os dados são expressos em kgf (quilograma força).

6.4.3. Inquérito nutricional

Para evitar um potencial viés, os sujeitos foram aconselhados a seguirem o seu regime nutricional habitual, evitando apenas o uso de qualquer suplemento alimentar.

Além disso, os voluntários receberam um recordatório alimentar das últimas 24 horas e instruídos a preencher 2 dias não consecutivos e o último dia das semanas 1, 4 e 8 para estimativa do consumo semanal de calorias e macronutrientes (Apêndice II). Os sujeitos foram orientados a registrar detalhadamente o horário, tipo e quantidade de alimentos consumidos através de unidades de medidas utilizadas na culinária (colheres, copos e xícaras), que foram convertidas em gramas. A estimativa do consumo energético foi analisada através do software MyFitnessPal desenvolvido

pela empresa Under Armour (<https://www.myfitnesspal.com/pt>). Foram selecionados os valores de: média semanal do consumo estimado em quilocalorias (kcal totais); consumo estimado de proteínas, carboidratos e lipídios expresso em gramas (g), normalizado pela massa corporal total (g/kg = gramas por quilograma de massa corporal) e percentual de cada macronutriente em relação ao consumo calórico estimado total. Os sujeitos foram orientados a não treinarem em jejum.

6.4.4. Descrição das Avaliações

6.4.4.1 Avaliação de uma repetição máxima (1RM)

A força dinâmica máxima foi acessada pelo teste de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios rosca direta barra para flexores do cotovelo e tríceps testa, para extensores do cotovelo. Primeiro cada sujeito foi instruído à técnica apropriada para cada exercício da seguinte forma: flexão do cotovelo - os indivíduos foram colocados em pé, seguraram a barra usando uma pegada supinada na largura dos ombros, depois a barra foi elevada com flexão total do cotovelo (fase concêntrica) e abaixada até a extensão total do cotovelo (fase excêntrica); extensão do tríceps deitado - indivíduos deitados em decúbito dorsal com os ombros flexionados a 90°, seguraram a barra usando uma empunhadura pronada na largura dos ombros, depois abaixaram a barra até próximo da testa (fase excêntrica) e elevaram a barra em extensão total do cotovelo (fase concêntrica). Não foram permitidos movimentos compensatórios ou alterações na técnica (por exemplo, diminuição da amplitude de movimento) para que a tentativa fosse considerada bem-sucedida. Para ambos os exercícios testados, os sujeitos realizaram dois conjuntos de aquecimento, o primeiro de 10 repetições a 50% do 1RM estimado pelo sujeito e um de 3 repetições a 80% do 1RM previsto. Em seguida, tentativas únicas, espaçadas por pelo menos 3 minutos,

foram concluídas até que uma carga bem-sucedida fosse alcançada. Se uma tentativa foi considerada bem-sucedida, a carga externa foi aumentada em 5-10% para a tentativa seguinte. Foram permitidas cinco tentativas por exercício e 10 minutos de descanso entre os exercícios testados, a fim de evitar fadiga neuromuscular.

O movimento deveria acontecer de forma constante, não sendo permitidas paradas na execução do movimento entre as fases concêntricas e excêntricas, ou vice-versa. Foram validadas somente as tentativas em que a execução correta dos exercícios foi realizada. Foram adotadas as seguintes estratégias para evitar erros no teste: (i) os sujeitos receberam informações técnicas adequadas de cada exercício antes dos testes; (ii) a execução de cada exercício foi monitorada e corrigida quando necessário; (iii) os sujeitos foram encorajados verbalmente durante os testes. Todos os testes foram acompanhados pelos mesmos pesquisadores.

6.4.4.2 Avaliação da contração voluntária isométrica máxima

Os sujeitos foram posicionados em pé com os cotovelos flexionados a 90° e seguravam bilateralmente uma alça presa a uma amostra de célula de carga fixa em 2000Hz (EMG832C, sistema EMG Brasil, Brasil). Uma pegada supinada foi utilizada para a flexão do cotovelo, enquanto uma pegada pronada foi utilizada para a extensão do cotovelo. Os indivíduos foram instruídos a produzir força o mais rápido possível e sustentar uma CIVM por 5 segundos. Três ensaios separados por 1 minuto de intervalo de descanso foram realizados para cada teste. Os dados de tempo de força foram analisados com uma rotina Matlab personalizada (MathWorks Inc., Massachusetts, EUA). Os dados de tempo de força foram filtrados em passa-baixa a 10 Hz usando um filtro Butterworth de quarta ordem com um atraso zero, depois o pico de força (PF) durante o intervalo de 0-5s foi adquirido de cada CIVM. Os valores

médios de três ensaios CIVM foram utilizados para análises estatísticas adicionais. O coeficiente de correlação intraclasse teste-reteste (CCI) estão apresentados na Tabela 3.

Os critérios de validação do teste foram utilizados igualmente para o teste de 1RM: (1) os sujeitos receberam informações técnicas adequadas de cada exercício antes dos testes; (2) a execução de cada exercício foi monitorada e corrigida quando necessário; (3) os sujeitos foram encorajados verbalmente durante os testes. Todos os testes foram acompanhados pelos mesmos pesquisadores.

6.4.4.3 Avaliação da espessura e arquitetura muscular

A espessura e arquitetura muscular foi medida através do ultrassom modo-B LOGIC L3, (General Electric Healthcare®, Wauwatosa), com uma sonda linear de 45 mm de 12.0-MHz e gel de transmissão solúvel em água (Mercur S.A. – Body Care, Santa Cruz do Sul, RS, Brazil).

Tríceps braquial: Foram avaliados 2 pontos diferentes, denominados ponto proximal (PP) e ponto distal (PD) da cabeça longa do tríceps braquial. Esses pontos foram definidos em 50% e 70% da distância entre a crista posterior do acrômio e o olecrano da articulação do cotovelo, respectivamente (Figura 3) (MIYATANI, KANEHISA, ITO, et al., 2004). As imagens foram gravadas com os indivíduos em pé na posição vertical com os braços posicionados ao longo do corpo e o transdutor orientado longitudinalmente.

Bíceps braquial e Braquial: Os indivíduos permaneceram em pé com os braços posicionados ao longo do corpo, para medida do bíceps braquial o transdutor foi orientado transversalmente em relação ao segmento, no PP de 50% definido pela distância entre o acrômio da escápula e o capitulo do úmero (MATTA, SIMÃO, DE

SALLES, SPINETI, & OLIVEIRA, 2011), e na região do PD 70%, foi avaliado o músculo braquial com o transdutor posicionado longitudinalmente, sendo que para essa medida os indivíduos realizaram uma flexão de cotovelo em 135° guiado por um goniômetro (Figura 3) (HERBERT & GANDEVIA, 1995).

Medição da arquitetura muscular: A espessura muscular (EM) foi determinada pela distância entre a aponeurose muscular subcutânea e aponeurose muscular profunda, o ângulo de penetração (AP) definido pelo ângulo da fibra muscular em relação a aponeurose profunda do músculo avaliado e comprimento do fascículo (CF) foi calculado a partir das outras medidas, pela fórmula $(CF = EM \cdot \sin(AP)^{-1})$ (BLAZEVICH & CANNAN, 2009).

No período pós-intervenção foi respeitado um intervalo de 72 horas após a última sessão de treinamento. Para manter a consistência entre os testes, cada local foi marcado com tinta de hena. As imagens foram coletadas em duplicata, com intervalo de 10s entre elas, e a reprodutibilidade (consistência interna) das medidas ultrassonográficas foi examinada utilizando o software MicroDicom® (versão 3.2.7). No teste-reteste, o CCI foi superior a 0,97 para a espessura do músculo, comprimento do fascículo e ângulo de penetração. Já o CV% foi menor que 1,2% para espessura muscular, 2,2% para comprimento do fascículo e 2,1% para ângulo de penetração. Na Figura 4 observa-se as imagens do ultrassom nas condições (A) pré e (B) pós intervenção.

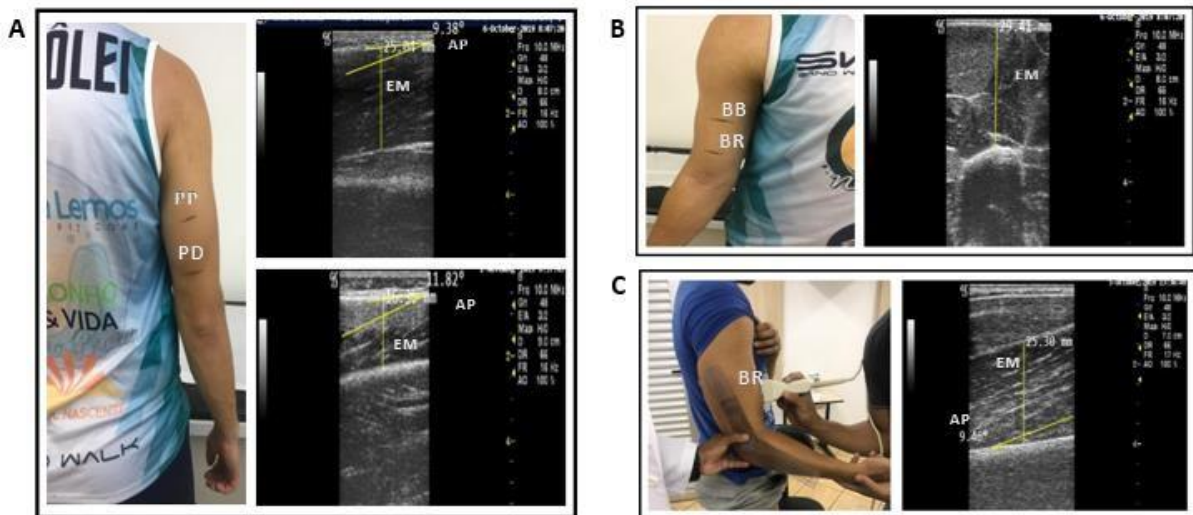


Figura 3: Marcações anatômicas e imagens do ultrassom do (A) tríceps a 50%PP e 70% PD, (B) bíceps braquial e braquial (imagem do ultrassom do BB), e (C) braquial fletido a 135° para avaliação.

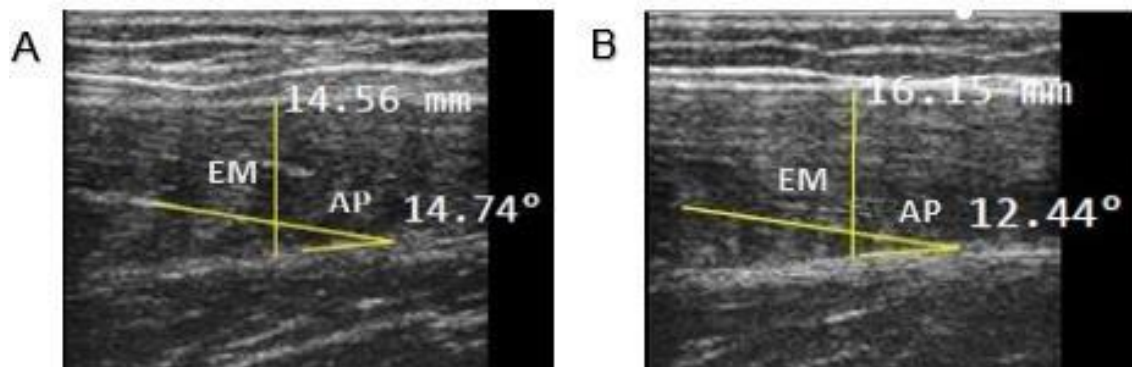


Figura 4: Imagens do ultrassom com medidas de EM e AP nas condições (A)pré e (B) pós intervenção.

6.5. Análise estatística

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Antes da análise, todos os dados foram transformados em log para análise para reduzir o viés decorrente de erro de não uniformidade (heterocedasticidade). A média, desvio padrão (DP), intervalos de confiança de 90% e 95% (IC) foram utilizados após anormalidade dos dados. Para comparar os valores médios da carga semanal de treinamento levantada em GTRAD vs GAES, foi utilizado o teste t (efeito da condição). O mesmo procedimento foi usado para a comparação entre as semanas 1-4 e as semanas 5-8 para cada grupo (efeito de tempo) e as diferenças percentuais entre GTRAD vs GAES. Uma análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) foi usada para comparar o efeito do tempo (pré vs pós) e grupos (GTRAD vs GAES) em 1RM rosca direta (1RM_{RD}), 1RM tríceps testa (1RM_{TT}), pico de força flexor do cotovelo (PF_{FC}), pico de força extensor do cotovelo (PF_{EC}), espessura muscular, comprimento do fascículo e ângulo de flexão em cada músculo (Bíceps Braquial - BB, Braquial - BR e TB – Tríceps Braquial). Comparações post hoc foram realizadas com a correção de Bonferroni. As premissas de esfericidade foram avaliadas usando o teste de Mauchly. Nos casos em que a esfericidade foi violada ($p < 0,05$), foi aplicado o fator de correção de Greenhouse-Geisser. Além disso, os tamanhos de efeito (TE) na ANOVA foram avaliados usando um eta quadrado parcial ($\eta^2 p$), com $< 0,06$, $0,06 - 0,14$ e $> 0,14$ indicando um efeito pequeno, médio e grande, respectivamente. Para avaliar se as diferenças observadas podem ser consideradas reais, as alterações foram comparadas com a mínima diferença detectável (MDD) calculada para todas as variáveis dependentes. O MDD foi calculado pela fórmula ($MDD = \text{medição de erro típico} \times 1,96 \times \sqrt{2}$). Os valores do MDD estão descritos na tabela 2. Definimos um indivíduo como "respondendo"

positivamente ao treinamento com uma resposta maior que + 1 CVS de zero para aumentos nas variáveis dependentes; caso contrário, ele era considerado o não respondedor. A porcentagem de indivíduos que excederam oMDD foi calculada para todas as variáveis dependentes. A confiabilidade intradia de cada variável independente foi avaliada ao se calcular o erro típico de medida (ETM), o coeficiente de variação (CV%) e o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) nas sessões de familiarização (tabela 2). Análises de mudança absoluta ($\Delta = \text{pós} - \text{pré}$) entre grupos para variáveis dependentes foram realizadas empregando testes *t* não pareados e a TE, neste caso, foi calculada usando a diferença padronizada, com base nas unidades *d* de Cohen por meios (valor *d*). Todas as análises foram realizadas no software SPSS-22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). A significância adotada foi de $P \leq 0,05$. As figuras foram formatadas no software GraphPad Prism versão 7.0 (La Jolla, CA, EUA), seguindo as premissas para dados contínuos.

7. RESULTADOS

Tabela 1: Estatística descritiva do grupo de participantes referente ao erro típico da medida (ETM), coeficiente de correlação interclasses (CCI), coeficiente de variação percentual (CV%) e mínima diferença detectável (MMD) das variáveis: 1RMRD; 1RMTT; PFFC; PFEC; EMBB; EMBR; EMTB; EMTB; CFBR; CFTB; CFTB; APBR(°); APTB proximal (°); APTB distal(°).

Variáveis	ETM [IC95%]	CCI	CV %	MD D
1RMRD (kg)	1,20 [0,65 – 1,75]	0,97	3,2	3,33
1RMTT (kg)	1,90 [0,60 – 3,20]	0,94	4,5	5,27
PFFC (kgf)	0,94 [0,82 – 1,97]	0,97	3,6	2,61
PFEC (kgf)	0,77 [0,69 – 0,86]	0,98	3,2	2,14
EMBB (mm)	0,13 [0,08 – 0,18]	0,99	0,6	0,36
EMBR (mm)	0,14 [0,10 – 0,19]	0,99	0,9	0,39
EMTB proximal (mm)	0,14 [0,09 – 0,19]	0,99	0,9	0,39
EMTB distal (mm)	0,14 [0,10 – 0,18]	0,99	1,2	0,39
CFBR (mm)	0,36 [0,09 – 0,19]	0,99	0,9	1,00
CFTB proximal (mm)	1,80 [1,17 – 2,44]	0,99	2,2	4,99
CFTB distal (mm)	1,07 [0,70 – 1,45]	0,97	2,0	2,97
APBR (°)	0,15 [0,10 – 0,19]	0,98	1,7	0,42
APTB proximal (°)	0,17 [0,12 – 0,22]	0,98	2,1	0,47
APTB distal (°)	0,14 [0,09 – 0,19]	0,99	1,5	0,39

Legenda: 1RMRD = teste de uma repetição máxima em rosca direta; 1RMTT = uma repetição máxima em tríceps testa; PFFC = pico de força do flexor do cotovelo; PFEC = pico de força do extensor do cotovelo; EM = espessura muscular; CF = comprimento do fascículo; AP = ângulo de penação; BB= Biceps braquial; BR= Braquial; TB= Tríceps braquial;; Diferença média e 95% de intervalo de confiança.

Não houve diferença significativa entre os grupos para nenhuma das medidas basais (todas $p > 0,05$ [Tabela 3]). Não houve diferença significativa para quaisquer variáveis de ingestão alimentar (kcal, proteínas [g], carboidratos [g] elipídios [g]) dentro ou entre os grupos ao longo do estudo (todos $p > 0,05$ [Tabela4]).

Tabela 2: Estatística descritiva da linha de base (média \pm DP).

Variáveis	GTRAD (n=10)	GAES (n=12)	Valor de P
Idade (anos)	20,6 \pm 1,7	21,1 \pm 2,1	0,322
Massa corporal total (kg)	69,6 \pm 11,7	68,6 \pm 8	0,107
Altura (cm)	171 \pm 7	176 \pm 11	0,189
Experiência em TF (anos)	3,0 \pm 1,9	3,5 \pm 1,3	0,314
Frequência TF (sessões semanais ⁻¹)	4,8 \pm 1,1	4,7 \pm 0,6	0,441
SAR – Biceps Mono (series semanais ⁻¹)	18,3 \pm 9,5	18,9 \pm 8,4	0,674
SAR – Triceps Mono (series semanais ⁻¹)	16,9 \pm 9,4	19,4 \pm 7,9	0,069
SAR – Biceps Multi (series semanais ⁻¹)	11,1 \pm 3,3	10,8 \pm 5,2	0,234
SAR – Triceps Multi (series semanais ⁻¹)	9,4 \pm 3,3	7,6 \pm 4,8	0,088
SAR – Total Biceps (series semanais ⁻¹)	29,4 \pm 8,6	29,7 \pm 6,9	0,359
SAR – Total Triceps (series semanais ⁻¹)	26,3 \pm 9,1	27,0 \pm 8,1	0,271
SÉR _{DIF} Biceps Mono (series semanais ⁻¹)	9,7 \pm 9,5	9,0 \pm 8,4	0,304
SER _{DIF} Triceps Mono (series semanais ⁻¹)	11,1 \pm 9,4	8,5 \pm 7,9	0,092
SER _{DIF} Biceps Multi (series semanais ⁻¹)	6,9 \pm 3,3	7,1 \pm 5,0	0,327
SER _{DIF} Triceps Multi (series semanais ⁻¹)	8,6 \pm 2,9	10,3 \pm 4,8	0,088
SER _{DIF} Total Biceps (series semanais ⁻¹)	16,6 \pm 8,1	16,2 \pm 6,9	0,302
SER _{DIF} Total Triceps (series semanais ⁻¹)	19,7 \pm 9,1	18,9 \pm 8,1	0,293
1RM REL _{RD} (MC \cdot kg ⁻¹)	0,36 \pm 0,1	0,35 \pm 0,1	0,185
1RM REL _{TT} (MC \cdot kg ⁻¹)	0,35 \pm 0,2	0,28 \pm 0,1	0,072
10RM – Rosca direta (kg)	19 \pm 13	18 \pm 10	0,201
10RM – Tríceps francês máq. (kg)	24 \pm 16	36 \pm 31	0,893
10RM – Puxador triângulo (kg)	42 \pm 10	50 \pm 24	0,067
10RM – Puxador frente sup. (kg)	46 \pm 8	53 \pm 20	0,131
10RM – Remada sentada sup. (kg)	38 \pm 11	45 \pm 20	0,072
10RM – Supino reto (kg)	26 \pm 14	31 \pm 21	0,085
10RM – Supino inclinado (kg)	18 \pm 8	21 \pm 15	0,197
10RM – Supino sentado máq. (kg)	35 \pm 13	39 \pm 23	0,102

Legenda: TF – Treinamento de força; SAR – Séries anteriores realizadas, Mono – Monoarticular; Multi – Multiarticular; SERDIF – Diferença entre SAR e o número de series realizadas na intervenção; 1RM – 1 repetição máxima; MC – Massa corporal; 10RM – 10 repetições máximas, 1RM REL – 1RM relative a massa corporal.

Quadro 2: Consumo estimado de nutrientes na dieta para GTRAD e GAES (média \pm desvio padrão).

Consumo estimado de nutrientes				ANOVA 3x2	
Variáveis	Semana 1	Semana 4	Semana 8	Tempo	Tempo*grupo
Total (kcal⁻¹)					
GTRAD	2694 \pm 574	2694 \pm 519	2709 \pm 534 2747 \pm 668	0.352	0.424
GAES	2919 \pm 682	2797 \pm 730			
Proteína (%)					
GTRAD	40 \pm 11	41 \pm 11	43 \pm 14	0.108	0.192
GAES	37 \pm 15	38 \pm 15	40 \pm 15		
Carboidrato (%)					
GTRAD	38 \pm 8 43 \pm 12	36 \pm 7 40 \pm 14	35 \pm 11 38 \pm 14	0.089	0.137
GAES					
Lipídeo (%)					
GTRAD	21 \pm 4	21 \pm 4	21 \pm 4	0.406	0.459
GAES	19 \pm 4	22 \pm 4	20 \pm 4		
GTRAD = Grupo Treinamento tradicional; AES = Grupo Alongamento entre séries;					
Total (kcal) = Total de quilocalorias consumidas; g = gramas.					

Carga total levantada (CTL)

A CTL acumulada (semanas 1 a 8) foi maior para o grupo GTRAD em comparação com o grupo GAES ($p = 0,031$; $\Delta = 32,8\%$; GTRAD = $1.309.049 \pm 478.869$ kg vs. GAES = 879.647 ± 346.566 kg) (Figura 5A). Além disso, durante as semanas 1 a 4 e 5 a 8, a CTL foi maior para o grupo TRAD em comparação com o grupo GAES ($p = 0,022$, $\Delta = 26,5\%$, TE = 0,019, $p = 0,016$, $\Delta = 50,7\%$, TE = 0,28, respectivamente). Ambos os grupos aumentaram a CTL das primeiras quatro semanas para as últimas quatro semanas (TRAD: $p = 0,048$, $\Delta = 40,3\%$, TE = 0,46 e AES: $p = 0,044$, $\Delta = 43,8\%$, TE = 0,14, respectivamente). Não houve diferença significativa entre os grupos para o aumento relativo da CTL (GTRAD = 40,3% vs GAES = 43,8%, $p = 0,352$) (Figura 5B).

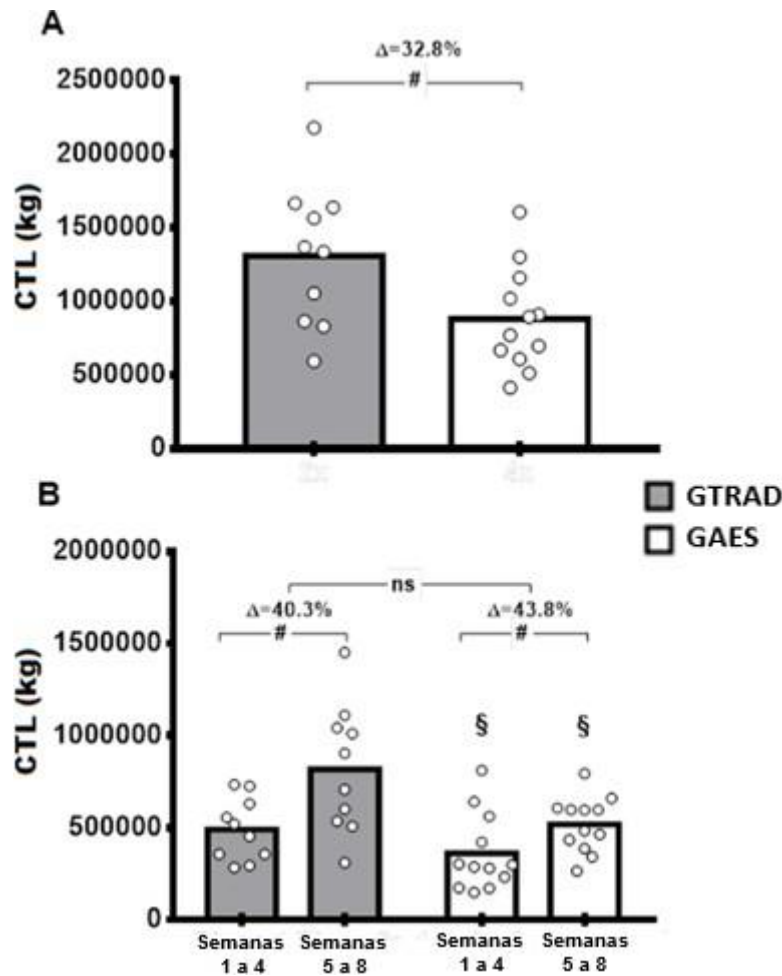


Figura 5. Carga total semanal levantada (CTL) para cada grupo (GTRAD vs GAES) nas sessões totais de TF (5^a) e semanas 1 a 4 vs semanas 5 a 8 (5B). Legenda: GTRAD = Grupo treinamento tradicional; GAES = Grupo alongamento entre séries; # = $p < 0,05$ vs pré; § = $p < 0,05$ vs TRAD; ns = nenhuma diferença significativa.

Força dinâmica máxima

Não houve interação tempo x grupo para 1RMRD ($F_{1,9} = 3,604$, $p = 0,090$, $\eta^2p = 0,286$) e 1RM_{TT} ($F_{1,9} = 0,385$, $p = 0,550$, $\eta^2p = 0,041$). No entanto, 1RMRD aumentou após 8 semanas para os grupos GTRAD ($p = 0,001$; $\Delta = 31,8\%$, $TE = 0,82$) e GAES ($p = 0,001$; $\Delta = 27,2\%$, $TE = 0,74$); além disso, 1RM_{TT} aumentou após 8 semanas para os grupos TRAD ($p = 0,001$, $\Delta = 33,3\%$, $TE = 0,74$) e AES ($p = 0,001$, $\Delta = 34,5\%$, $TE = 0,97$) (Tabela 5). As análises individuais revelaram que 100% dos

indivíduos dos grupos GTRAD e GAES aumentaram 1RMRD. Da mesma forma, 100% dos indivíduos do grupo GAES e 90% dos indivíduos do grupo GTRAD aumentaram 1RM_{TT} (Figura 6).

Força de pico (FP)

Não houve interação tempo x grupo para FPFC ($F_{1,9} = 0,009$, $p = 0,926$, $\eta^2p = 0,001$) e FPEC ($F_{1,9} = 0,536$, $p = 0,483$, $\eta^2p = 0,056$). A FPFC aumentou após 8 semanas para os grupos GTRAD ($p = 0,001$, $\Delta = 10,0\%$, $ES = 0,27$) e GAES ($p = 0,002$, $\Delta = 10,2\%$, $TE = 0,32$); enquanto FPEC não mudou após 8 semanas de GTRAD ($p = 0,309$, $\Delta = -5,0\%$, $TE = 0,15$) e GAES ($p = 0,752$, $\Delta = -0,9\%$, $TE = 0,03$). As análises individuais revelaram que o FPFC aumentou em 70% dos sujeitos do grupo GTRAD e em 66,7% dos sujeitos do grupo GAES. Apenas 20% dos sujeitos do grupo GTRAD e 10% dos sujeitos do grupo GAES aumentaram a FPEC (Figura 6).

Tabela 3: Medidas de força muscular e resistência muscular pré e pós- intervenção para GTRAD e GAES (DM \pm DP).

Variáveis	Pré	Pós 8 semanas	$\Delta\%$	DM [95%IC]
1RM_{RD} (Kg)				
GTRAD	27,0 [15,9 a 38,0]	39,6 [28,6 a 50,5] ^A	31,8	12,6 [10,5 a 14,6]
GAES	27,5 [16,8 a 38,1]	37,8 [27,1 a 48,4] ^A	27,2	10,3 [8,7 a 11,8]
1RM_{TT} (Kg)				
GTRAD	26,0 [12,7 a 39,2]	39,0 [27,0 a 50,9] ^A	33,3	13,0 [8,2 a 17,7]
GAES	21,6 [12,0 a 31,1]	33,0 [25,0 a 40,9] ^A	34,5	11,4 [8,6 a 14,1]
FP_{FC} (kgf)				
GTRAD	35,7 [24,5 a 46,8]	39,7 [29,2 a 50,2] ^A	10,0	4,0 [2,5 a 5,5]
GAES	34,0 [25,1 a 42,8]	37,9 [28,8 a 47,0] ^A	10,2	3,9 [1,8 a 5,9]
FP_{EC} (kgf)				
GTRAD	35,4 [25,6 a 45,2]	33,6 [26,2 a 41,0]	-5,0	-1,8 [-5,5 a 1,9]
GAES	31,9 [23,7 a 40,1]	31,6 [24,1 a 39,1]	-0,9	-0,3 [-2,4 a 1,8]

Legenda: GTRAD = Grupo treinamento tradicional; GAES = Grupo alongamento entre séries; # =; 1RMRD= um teste de repetição máxima em rosca direta; 1RMTT = um teste de repetição máxima em tríceps testa; FP flexor do cotovelo = força de pico nos flexores do cotovelo; FP extensor decotovelo = força de pico nos extensores do cotovelo; DM = diferença média e intervalo de confiança de 95%. A = p <0,05 vs valor pré (p <0,05).

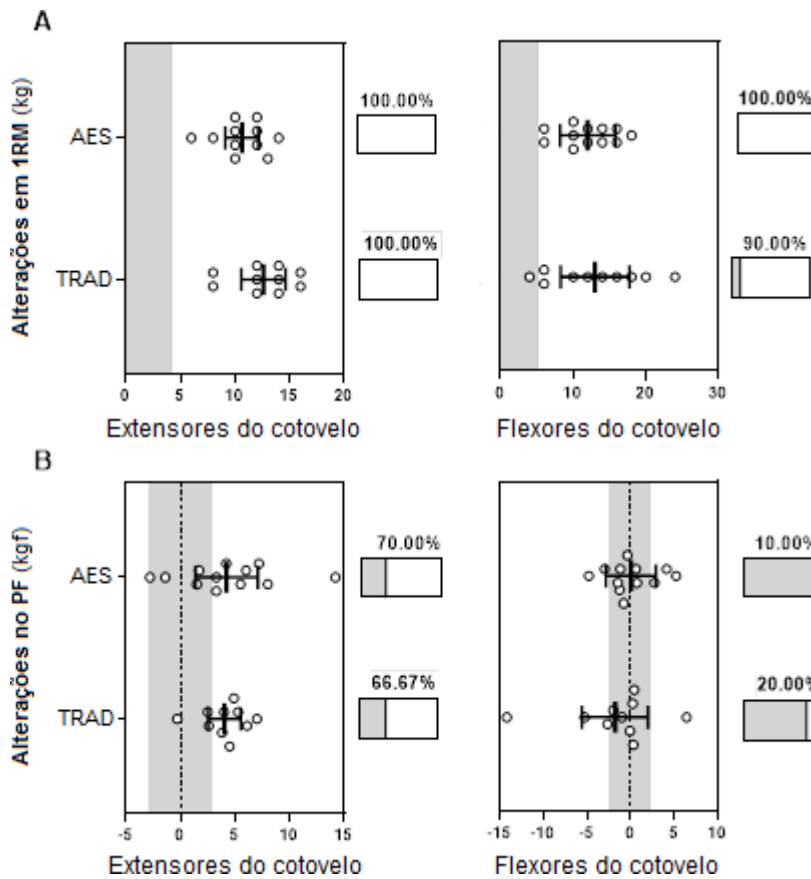


Figura 6: Média com IC95% (barras de erros) das alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para as variáveis 1RM (2^a) e força depico (2B) na flexão e extensão do cotovelo. A área cinza indica o SWC = vermetodos. Colunas horizontais representavam o percentual de indivíduos que responderam positivamente ao treinamento.

Legenda: TRAD = treinamento tradicional; IS = alongamento entre séries; # = $p < 0,05$.

Espessura muscular (EM)

Não houve interação tempo x grupo para EMBICEPS BRAQUIAL ($F_{1,9} = 0,519$, $p = 0,490$, $\eta^2_p = 0,054$), EMBRAQUIAL ($F_{1,9} = 0,285$, $p = 0,606$, $\eta^2_p = 0,031$), EMTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL) ($F_{1,9} = 0,166$, $p = 0,693$, $\eta^2_p = 0,018$) e EMTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL) ($F_{1,9} = 1,729$, $p = 0,221$, $\eta^2_p = 0,161$). Não houve diferenças na EM após 8 semanas de GTRAD (EMBICEPS BRAQUIAL: $p = 0,230$, $\Delta = 10,3\%$, $TE = 0,39$; EMBRAQUIAL: $p = 0,119$, $\Delta = -8,2\%$, $TE = 0,33$; EMTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,739$, $\Delta = -1,6\%$, $TE = 0,09$; EMTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL): $p = 0,443$, $\Delta = 8,6\%$, $TE = 0,36$) e GAES (EMBICEPS BRAQUIAL: $p = 0,234$,

$\Delta = 4,7\%$, $TE = 0,19$; EMBRAQUIAL: $p = 0,134$, $\Delta = -12,1\%$, $TE = 0,50$; EMTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,748$, $\Delta = 2,3\%$, $ES = 0,11$). No entanto, EMTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL) aumentou após 8 semanas de GAES ($p = 0,035$, $\Delta = 16,3\%$, $TE = 0,90$) (Tabela 6). Não houve diferenças na EM após 8 semanas de GTRAD (EMBICEPS BRAQUIAL: $p = 0,230$; EMBRAQUIAL: $p = 0,119$; EMTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,739$; EMTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL): $p = 0,443$) e AES (EMBICEPS BRAQUIAL: $p = 0,234$; EMBRAQUIAL: $p = 0,134$ EMTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,748$). No entanto, EMTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL) aumentou após 8 semanas de GAES ($p = 0,035$) (Tabela 6). Embora nenhuma diferença estatística tenha sido alcançada, uma grande porcentagem de indivíduos aumentou EMBICEPS BRAQUIAL (GTRAD = 70,0%, GAES = 75,0%), EMTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL) GTRAD = 60,0%, GAES = 66,7%) e EMTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL) (TRAD = 70,0%; AES = 75,0%). Uma baixa porcentagem de sujeitos apresentou alterações no EMBRAQUIAL (TRAD = 30,0%; AES = 33,3%) (Figura 7).

Ângulo de penação (AP)

Não houve interação tempo x grupo para APBRAQUIAL ($F_{1,9} = 0,013$, $p = 0,913$, $\eta^2p = 0,001$), APTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL) ($F_{1,9} = 0,765$, $p = 0,405$, $\eta^2p = 0,078$) e APTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL) ($F_{1,9} = 0,766$, $p = 0,404$, $\eta^2p = 0,078$). Não houve diferenças no AP após 8 semanas de GTRAD (APBRAQUIAL: $p = 0,807$, $\Delta = -2,4\%$, $ES = 0,13$; APTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,349$, $\Delta = 10,7\%$, $TE = 0,42$; APTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL): $p = 0,680$, $\Delta = 6,4\%$, $TE = 0,22$) e GAES (APBRAQUIAL: $p = 0,920$, $\Delta = -0,7\%$, $TE = 0,04$; APTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,752$, $\Delta = -4,2\%$, $TE = 0,17$). No entanto, APTRICEPS BRAQUIAL

(DISTAL) aumentou após 8 semanas de GAES ($p = 0,007$, $\Delta = 21,5\%$, $TE = 1,12$) (Tabela 6). Não houve diferenças no AP após 8 semanas de GTRAD (APBRAQUIAL: $p = 0,807$; APTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,349$; APTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL): $p = 0,680$) e AES (APBRAQUIAL: $p = 0,920$; APTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL): $p = 0,752$). No entanto, APTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL) aumentou após 8 semanas de GAES ($p = 0,007$) (Tabela 6). As análises individuais revelaram que o APBRAQUIAL aumentou em 30% dos sujeitos do grupo GTRAD e em 58,33% dos sujeitos do grupo GAES; APTRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL) apresentou aumento de 40% para o grupo GTRAD e 33,33% para o grupo GAES; APTRICEPS BRAQUIAL (DISTAL) apresentou aumento de 50% para o grupo GTRAD e de 66,67% para o grupo GAES (Figura 9).

Comprimento do fascículo (FL)

Não houve interação tempo x grupo de CF_{BRAQUIAL} ($F_{1,9} = 1,399$, $p = 0,267$, $\eta^2 p = 0,135$), $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL)}}$ ($F_{1,9} = 0,444$, $p = 0,522$, $\eta^2 p = 0,047$) e $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (DISTAL)}}$ ($F_{1,9} = 0,082$, $p = 0,781$, $\eta^2 p = 0,009$). Não houve diferenças no CF após 8 semanas de GAES (CF_{BRAQUIAL} : $p = 0,934$, $\Delta = 0,8\%$, $TE = 0,03$; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL)}}$: $p = 0,442$, $\Delta = 13,4\%$, $TE = 0,37$; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (DISTAL)}}$: $p = 0,559$, $\Delta = 6,2\%$, $TE = 0,30$) e GTRAD ($CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL)}}$: $p = 0,820$, $\Delta = -2,4\%$, $TE = 0,07$; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (DISTAL)}}$: $p = 0,993$, $\Delta = 0,1\%$, $TE = 0,0$), enquanto CF_{BRAQUIAL} aumentou após 8 semanas de GTRAD ($p = 0,033$, $\Delta = 15,9\%$, $TE = 1,14$) (Tabela 6). Não houve diferenças no CF após 8 semanas de GAES (CF_{BRAQUIAL} : $p = 0,934$; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL)}}$: $p = 0,442$; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (DISTAL)}}$: $p = 0,559$) e GTRAD ($CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL)}}$: $p = 0,820$; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (DISTAL)}}$: $p = 0,993$), enquanto CF_{BRAQUIAL} aumentou após 8 semanas de GTRAD ($p = 0,033$) (Tabela 6). As análises individuais revelaram que CF_{BRAQUIAL} apresentou aumento de 80% para o grupo

GTRAD e 50% para o grupo GAES; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (PROXIMAL)}}$ apresentou aumento de 50% para o grupo GTRAD e 66,67% para o grupo GAES; $CF_{\text{TRICEPS BRAQUIAL (DISTAL)}}$ apresentou aumento de 40% para o grupo GTRAD e 33,33% para o grupo AES (Figura 8).

Tabela 4: Valores arquitetônicos dos músculos BB e TB para cada grupo.

Musculo	Grupo	Região	Tempo	Espessura muscular (mm)	Comprimento do fascículo (mm)	Ângulo de penação (°)
BB	GTRAD	-	PRE	28,7 [22,5 a 34,9]	-	-
			PÓS	32,0 [26,0 a 38,1]	-	-
			DM	3,3 [-2,1 a 8,8]	-	-
	GAES	-	PRE	28,0 [22,5 a 33,8]	-	-
			PÓS	29,4 [23,5 a 35,3]	-	-
			DM	1,4 [-1,1 a 4,0]	-	-
BR	GTRAD	-	PRE	25,5 [21,8 a 29,3]	48,5 [40,3 a 56,7]	12,2 [10,1 a 14,3]
			PÓS	23,4 [18,1 a 28,8]	57,7 [57,6 a 57,8] ^A	11,9 [10,6 a 13,3]
			DM	-2,0 [-4,7 a 0,6]	9,1 [0,9 a 17,4]	-0,2 [-2,6 a 2,1]
	GAES	-	PRE	26,4 [22,6 a 30,3]	57,2 [42,0 a 72,4] §	12,8 [10,8 a 14,9]
			PÓS	23,2 [18,7 a 27,7]	57,7 [57,6 a 57,9]	12,7 [10,9 a 14,5]
			DM	-3,2 [-7,7 a 1,2]	0,5 [-14,5 a 15,7]	-0,1 [-2,8 a 2,6]
TB	GTRAD	proximal	PRE	23,8 [20,5 a 27,1]	120,1 [100,3 a 140,0]	11,6 [10,2 a 13,0]
			PÓS	23,4 [20,4 a 26,5]	117,1 [78,7 a 155,5]	13,0 [9,9 a 16,1]
			DM	-0,4 [-3,0 a 2,2]	-3,0 [-32,5 a 26,4]	1,3 [-1,7 a 4,4]
		distal	PRE	16,8 [13,2 a 20,5]	75,5 [64,8 a 86,1]	14,4 [12,0 a 16,8]
			PÓS	18,4 [15,3 a 20,7]	75,6 [54,9 a 96,2]	15,4 [11,4 a 19,4]
			DM	1,1 [-2,1 a 4,4]	0,0 [-19,8 a 20,0]	0,9 [-4,1 a 6,0]
	GAES	proximal	PRE	21,2 [17,7 a 24,6]	107,5 [80,6 a 134,4] §	11,9 [9,9 a 13,9]
			PÓS	21,7 [18,4 a 25,0]	124,2 [82,3 a 166,2]	11,4 [9,0 a 13,9]
			DM	0,5 [-3,1 a 4,2]	16,7 [-30,5 a 63,9]	-0,4 [-3,9 a 2,9]
		distal	PRE	15,4 [13,6 a 17,2]	79,4 [68,6 a 90,3]	11,3 [10,2 a 12,5]
			PÓS	18,4 [16,3 a 20,6] ^A	76,6 [66,6 a 86,6]	14,4 [11,8 a 16,9] ^A
			DM	3,0 [0,2 a 5,8]	-2,8 [-13,3 a 7,8]	3,0 [1,0 a 5,0]

Legenda: EM = espessura muscular; CF = comprimento do fascículo; AP = ângulo de penação; DM [IC95%] = diferença média com intervalo de confiança de 95%; GTRAD = grupo treinamento tradicional; GAES = grupo alongamento entre séries; A = p <0,05 vs pré; § = p <0,05 vs TT.

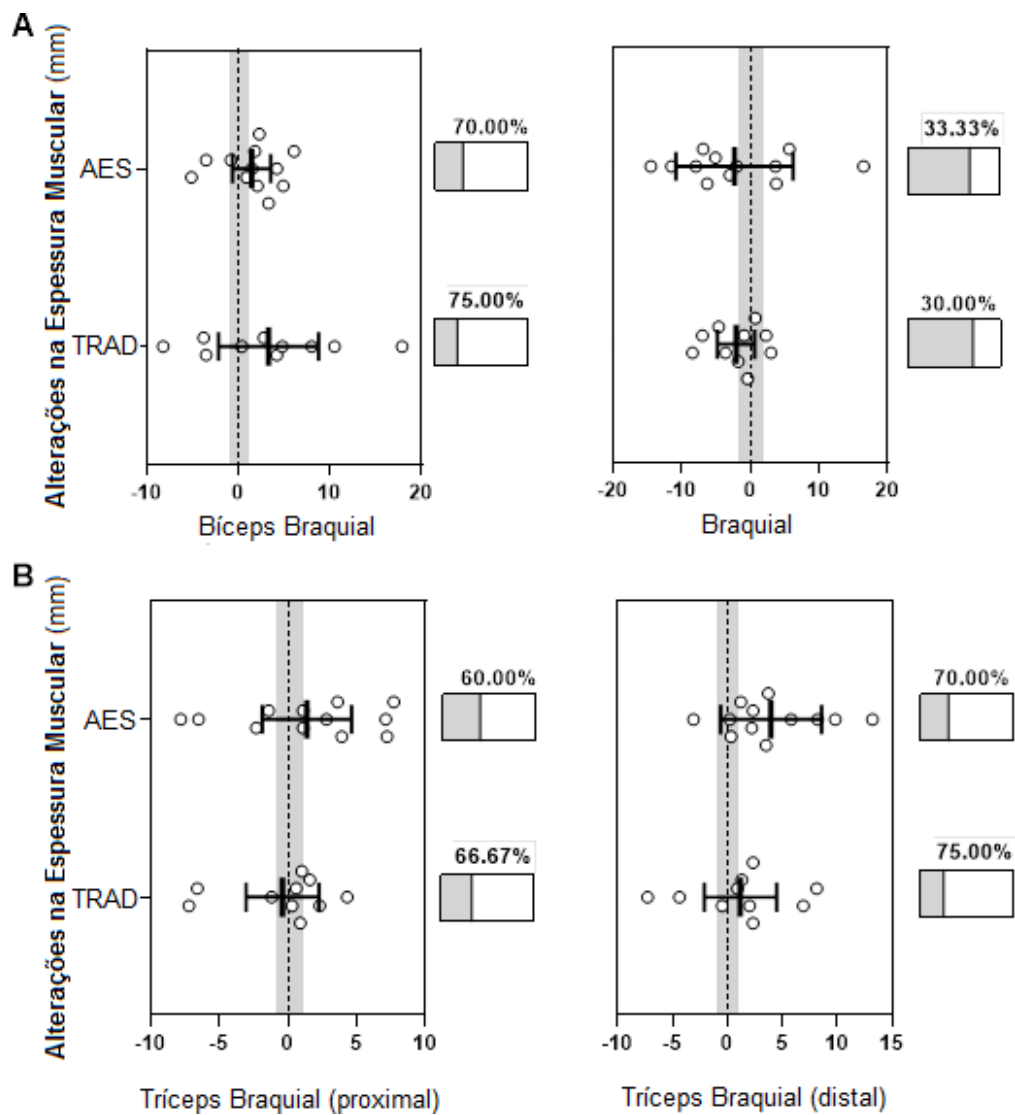


Figura 7: Média com IC95% (barras de erros) das alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para espessura muscular dos músculos bíceps braquial (3^a – esquerdo), braquial (3^a – direito) e tríceps braquial (proximal – 3B esquerdo, distal – 3C direito). A área cinza indica o SWC = ver métodos. Colunas horizontais representavam o percentual de indivíduos que responderam positivamente ao treinamento.

Legenda: TRAD = treinamento tradicional; AES = alongamento do interset; # = $p < 0,05$.

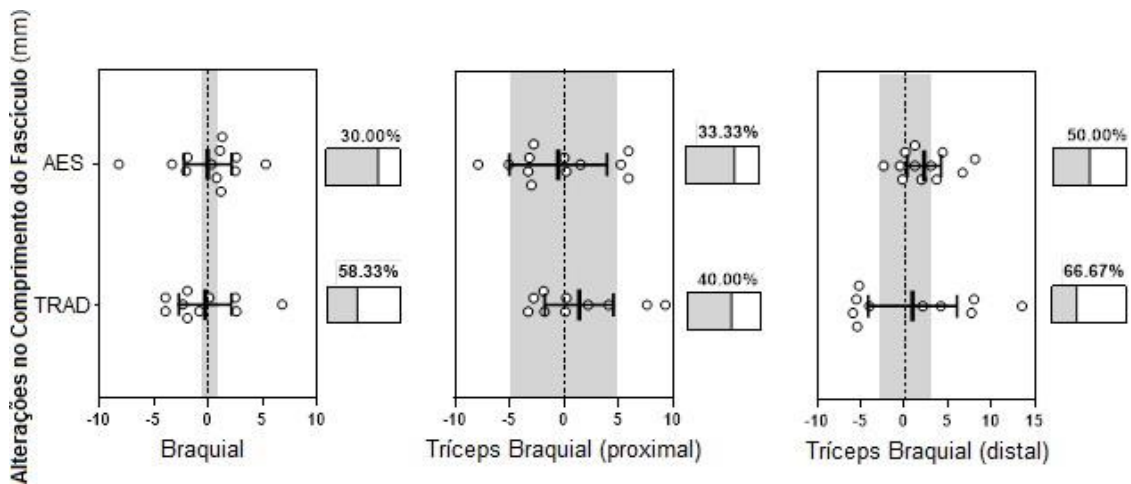


Figura 8: Média com IC95% (barras de erros) de alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para comprimento fascicular do músculo Braquial (esquerda) e tríceps braquial (proximal – médio, distal – direita). A área cinza indica o SWC = ver métodos. Colunas horizontais representavam o percentual de indivíduos que responderam positivamente ao treinamento. Legenda: TRAD = treinamento tradicional; AES = alongamento entre séries; # = $p < 0,05$.

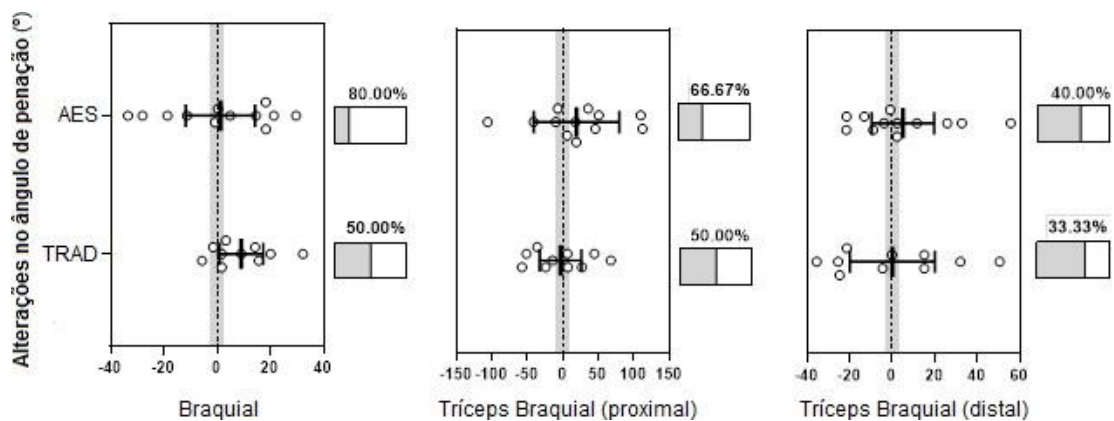


Figura 9: Média com IC95% (barras de erros) de alterações absolutas individuais em relação aos valores pré para o ângulo de penetração do músculo Braquial (esquerdo) e tríceps braquial (proximal – médio, distal – direito). A área cinza indica o SWC = ver métodos. Colunas horizontais representavam o percentual de indivíduos que responderam positivamente ao treinamento.

Legenda: TRAD = treinamento tradicional; AES = alongamento entre séries; # = $p < 0,05$.

8. DISCUSSÃO

O presente estudo comparou o efeito de 8 semanas de TF tradicional (TRAD) versus TF com AES na espessura dos músculos da parte superior do corpo, arquitetura muscular e desempenho neuromuscular. Nossa hipótese inicial era que o GAES apresentasse menores magnitudes de ganho para o desenvolvimento da força e tamanho muscular devido ao efeito negativo na carga total de treinamento. Os principais achados foram: (1) CTL foi maior em GTRAD quando comparado com GAES, apesar do aumento semelhante na CTL entre os grupos das semanas 1-4 a 5-8 semanas, (2) TRAD e AES causaram aumentos semelhantes na dinâmica máxima e força isométrica, (3) O AES induziu um aumento da espessura muscular e do ângulo de penação na porção distal do tríceps braquial. Estes resultados sugerem que o alongamento crônico (especificamente AES) não impede o desenvolvimento da força da parte superior do corpo e pode ter um efeito positivo no ganho de massa muscular.

Observamos maior CTL para o GTRAD em comparação com o GAES. A diminuição da CTL indica um efeito agudo e negativo do alongamento estático no desempenho da série subsequente durante as sessões de treinamento. Em média, o comprometimento do desempenho induzido pelo alongamento pode variar de 4-7% e os últimos 5-15 minutos pós-alongamento (BEHM et al., 2019), possivelmente devido a uma combinação de uma diminuição na rigidez musculotendínea que pode alterar sua relação comprimento-tensão, uma redução no impulso neural do sistema nervoso central para o músculo e uma capacidade reduzida de amplificar o comando motor no nível espinhal (BEHM e CHAOUACHI 2011; TRAJANO et al. 2017). Estudos anteriores também relataram prejuízos no desempenho quando o alongamento é realizado entre as séries durante o TF (AYDIN et al., 2017; PADILHA et al., 2019). Em um estudo antes da publicação em nosso laboratório, observamos uma diminuição

de ~ 30% na CTL do exercício crucifixo livre (para peitoral) quando o alongamento estático foi realizado entre 7 séries de repetições até a falha concêntrica em 10RM. Além disso, observamos que a CTL foi menor para GAES do que para GTRAD na primeira e nas últimas quatro semanas de treinamento, sugerindo que os indivíduos do grupo GAES ainda eram suscetíveis aos prejuízos no desempenho causados pelo alongamento estático em relação à experiência anterior. Isso está de acordo com a revisão de Behm e Chaouachi (2011), que relataram que indivíduos treinados e não treinados podem apresentar déficits induzidos por alongamento no desempenho de força. Assim, nossos resultados reforçam a afirmação de que o AES pode diminuir o desempenho de séries subsequentes e, conseqüentemente apresentar menor CTL (comparado ao TRAD), independentemente do tipo de alongamento ou experiência anterior de TF (BEHM et al., 2001; BEHM et al., 2004; SHRIER, 2004; BEHM e CHAOUACHI, 2011; TRAJANO et al., 2017).

Em relação aos parâmetros de força, GTRAD e GAES aumentaram de forma semelhante sua força dinâmica máxima (1RM) em ambos os exercícios (rosca direta e tríceps testa), e o pico de força apenas na tarefa de flexão do cotovelo. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos que realizaram alongamento e TF em paralelo (mas não necessariamente alongamento estático entre séries) (SIMÃO et al., 2011; JUNIOR et al., 2017; EVANGELISTA et al., 2019); no entanto, isso não é unânime (BASTOS et al., 2013). Por exemplo, Bastos et al. (2013) relataram que a inclusão do alongamento estático antes de uma sessão ou entre as séries de um programa de TF prejudicou os ganhos de força na parte superior e inferior do corpo (teste de 8RM) de sujeitos recreacionalmente treinados. Uma diferença principal entre o presente estudo e os anteriores é que o alongamento foi realizado especificamente entre as séries do primeiro e último exercício da sessão de TF (rosca

bíceps e extensão de tríceps acima da cabeça) ao invés do treino completo. Portanto, os sujeitos do grupo GAES ainda estavam realizando 3 exercícios multiarticulares a cada sessão, que correspondem a 18 séries de 10RM de intensidade por semana de treinamento para flexores e extensores de cotovelo sem alongamento entre as séries. Esta combinação de volume e intensidade de treinamento tem se mostrado eficaz no aumento da força muscular e hipertrofia muscular em indivíduos treinados em força (SCHOENFELD et al., 2017; BRIGATTO et al., 2019)

A espessura do músculo na porção distal do tríceps braquial aumentou após o treinamento AES, possivelmente pela ativação preferencial da cabeça medial (porção distal) do tríceps braquial durante a extensão superior do tríceps (KHOLINNE et al., 2018) que foi semelhante a posição de alongamento em que os voluntários foram submetidos. Estudos anteriores também relataram hipertrofia heterogênea do tríceps braquial devido a diferenças nos padrões de recrutamento entre as porções do grupo muscular (WAKAHARA et al., 2012; WAKAHARA et al. 2013). Além disso, o GAES também aumentou o ângulo de penetração da porção distal do tríceps braquial, possivelmente devido ao aumento da espessura muscular. Kawakami et al. (1993) também observaram um aumento simultâneo na espessura do músculo e ângulo de penetração na cabeça longa e medial do tríceps braquial. No entanto, no presente estudo, não foram observadas outras diferenças em nenhum dos grupos. O aumento do tempo sob tensão, o fluxo sanguíneo restrito e o efeito agudo sobre o inchaço das células musculares (por exemplo, “*pump* muscular”) são os motivos comuns para incorporar o alongamento entre séries aos programas de TF com o objetivo de aumentar a massa muscular (MOHAMAD et al., 2011; SCHOENFELD e CONTRERAS, 2013; NUNES et al., 2020). No entanto, o AES mostrou ser um obstáculo agudo, e parece não ter efeito adicional sobre o inchaço muscular e o

acúmulo de lactatosanguíneo quando comparado com uma sessão tradicional de TF (PADILHA et al.,2019). Embora o grupo GAES apresentasse menor CTL, os sujeitos tiveram que suportar 630 segundos adicionais de tensão de alongamento em 70-90% da percepção de desconforto dos sujeitos a cada sessão. Pode-se argumentar que a intensidade e o tempo de alongamento empregados no presente estudo poderiam compensar a perda da CTL como estímulo mecânico ao crescimento muscular. Apoiando esta hipótese, estudos que empregaram exclusivamente alongamento estático intenso (por meio de aparato mecânico ou resistência externa) relataram um aumento na espessura muscular (FREITAS e MIL-HOMENS 2015; SIMPSON et al., 2017; MIZUNO et al., 2019).

Além disso, é possível que o alto volume de TF aplicado em ambos os grupos experimentais tenha sido o principal fator para resultados do ganho de massa muscular semelhantes observados entre os grupos. Quarenta e seis séries semanais (18 e 28 séries de exercícios multiarticulares e monoarticulares, respectivamente) foram realizadas por grupo muscular em ambos GTRAD e GAES. Assim, mesmo o grupo GTRAD produzindo 32,8% mais CTL do que o GAES, é plausível a hipótese de que, ao realizar 46 séries semanais por grupo muscular, um platô de volume de treinamento é atingido e nenhum aumento adicional no ganho de massa muscular seria observado. Em outras palavras, é possível que quando as séries semanais de TF empregadas são altas o suficiente, haja uma vantagem limitada de um maior CTL para maximizar o ganho de massa muscular. Por outro lado, o Δ CTL das semanas 1 a 4 vs semanas 5 a 8 foi semelhante entre as condições (GTRAD = 40,3% vs GAES =43,8%). Assim, estes achados fornecem evidências de que ambos os programas de TF resultam em uma capacidade semelhante de desenvolver o Δ CTL ao longo das semanas. Isso pode ajudar a explicar porque o ganho de massa muscular foi

semelhante entre os grupos, mesmo com TRAD resultando em uma CTL mais alta. Nesse contexto, a análise relativa da CTL (Δ CTL) pode ser uma ferramenta complementar e mais adequada para comparar o acúmulo de carga externa entre intervenções realizadas por diferentes grupos de participantes.

Além disso, é possível que o elevado volume semanal adotado no presente estudo (46 séries) tenha se tornado prejudicial ao ganho de massa muscular, uma vez que de todos os músculos e regiões em que a EM foi analisada, apenas a EM distal do tríceps braquial no grupo AES mostrou um aumento significativo. Assim, é plausível levantar a hipótese de que o conceito de “séries desperdiçadas” pode ter ocorrido (DANKEL et al., 2016). No entanto, essa hipótese necessita de uma investigação mais aprofundada, uma vez que o desenho experimental do presente estudo não foi desenhado para comparar diferentes volumes semanais estabelecidos e, portanto, não nos permite uma análise direta da relação dose-resposta entre volume e hipertrofia muscular. Além disso, Schoenfeld et al. (2019) relataram um maior aumento na EM do retofemoral e vasto lateral com 45 séries semanais por grupo muscular versus 9 e 27 séries semanais por 8 semanas em homens treinados em força.

O volume de TF que era comumente realizado pelos sujeitos antes do estudo poderia explicar parcialmente os achados do ganho de massa muscular. Embora não tenham sido observadas diferenças entre os grupos para o SAR (número de séries anteriores realizadas (SAR) por semana antes do estudo, tabela 2) e o SERDIF (a diferença entre SAR e o número de séries semanais realizadas durante a intervenção, tabela 2), o número de séries semanais para os flexores do cotovelo aumentaram em $16,6 \pm 8,1$ e $16,2 \pm 6,9$ séries para GTRAD e GAES, respectivamente. Para o tríceps braquial, o número de séries semanais foi aumentado em $19,7 \pm 9,1$ e $18,9 \pm 8,1$ séries para GTRAD e GAES, respectivamente. Este SERDIF representa um aumento abrupto

de ~ 65,2% e ~ 58,6% no volume de treinamento semanal para flexores de cotovelo e tríceps braquial, respectivamente. Isso é relevante uma vez que Scarpelli, Nobrega et al. (2020) demonstrou que um aumento moderado no volume de treinamento das séries semanais individuais (ou seja, 20%) foi mais eficaz para o ganho de massa muscular do que um aumento vigoroso no número de séries (ou seja, 30-120%) em indivíduos treinados. Isso sugere que o aumento acentuado e abrupto do volume do TF durante a presente intervenção, em comparação com o volume comumente realizado pelos sujeitos antes do estudo, pode ter mitigado os desfechos do ganho de massa muscular. Mais uma vez, esta hipótese justifica uma investigação mais aprofundada.

Estudos crônicos que investigaram o efeito do treinamento de alongamento em paralelo ao TF levantaram resultados divergentes quanto ao ganho de massa muscular. Evangelista et al. (2019) observaram que o alongamento entre séries favoreceu o aumento da espessura do vasto lateral, mas não do tríceps braquial em um grupo de homens não treinados. Por outro lado, Junior et al. (2017) designou homens não treinados para realizar um programa de TF para os extensores do joelho. Em uma das pernas, 2 séries de 25 segundos de alongamento estático precederam uma sessão de TF. Foi observado um maior aumento da área de secção transversa do quadríceps na perna que realizou exclusivamente o TF (12,7 vs. 7,2%). Os resultados do presente estudo acrescentam algumas informações a respeito do efeito do alongamento estático de interesse no ganho de massa muscular, enquanto os achados divergentes no tema não permitem uma orientação adequada para a prática do treinamento.

Nosso estudo também observou um aumento no comprimento do fascículo braquial após TRAD. Foi demonstrado que o comprimento do fascículo pode aumentar como resultado do treinamento crônico com ações excêntricas (FRANCHI et al. 2017),

uma maior amplitude de movimento (MCMAHON et al. 2014;GUEX et al. 2016) e alongamento (FREITAS e MIL-HOMENS 2015; SIMPSON et al. 2017). O aumento do comprimento do fascículo pode afetar a relação comprimento-tensão, permitindo que uma maior força seja produzida em comprimentos musculares mais longos e aumentar a velocidade de contração (FRANCHI et al. 2017). Porém, é importante ressaltar que ambos os grupos obtiveram o mesmo comprimento do fascículo ao final da intervenção, devido a maior comprimento do fascículo braquial no grupo AES em comparação ao grupo TRAD na pré-intervenção.

Os resultados do presente estudo são relevantes para a prática do TF. Observamos que os ganhos de força e massa muscular ocorreram quando o alongamento estático foi realizado entre as séries do TF. Os profissionais atuantes com treinamento de força e condicionamento podem considerar a prescrição de alongamento estático entre séries como uma variação para organização do TF em paralelo ao alongamento. O AES também pode ser incorporado em períodos de redução da carga, pois os ganhos de força e massa muscular ocorreram independentemente de menor CTL. Porém, o AES não foi implementado em todos os exercícios, mas optamos por selecionar exercícios monoarticulares específicos no início e no final da sessão de TF.

Nosso estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiramente, as imagens de ultrassom e os testes isométricos foram realizados em pontos anatômicos e posições articulares específicas. Possivelmente os resultados seriam divergentes se imagens diferentes fossem selecionadas (devido à hipertrofia muscular heterogênea) ou diferentes posições das articulações fossem testadas (devido à relação comprimento-tensão). Em segundo lugar, um “grupo de alongamento estático” poderia indicar os efeitos exclusivos do protocolo de

alongamento, enquanto os participantes teriam que se abster da prática de RT por 8 semanas. Terceiro, o ciclo menstrual das participantes do sexo feminino não foi controlado.

9. CONCLUSÃO

Estes resultados indicam que o AES promove ganhos semelhantes na força dinâmica e isométrica do membro superior, apesar da menor CTL. Embora o AES tenha aumentado a espessura do músculo e o ângulo de penetração da porção distal do tríceps braquial, parece prematuro supor que o AES seja melhor que o TRAD para induzir alterações na espessura e na arquitetura muscular.

10. APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os resultados do estudo são relevantes para prática do TF. Observamos que os ganhos de força e massa muscular ocorrem quando o alongamento estático é realizado entre as séries de TF, mesmo não sendo incluído em todos os exercícios da sessão. Profissionais que atuam com TF e condicionamento podem considerar a prescrição do AES como uma variação da organização de treinamento, e uma alternativa em períodos de redução de carga, visto que o alongamento em paralelo ao TF não atrapalhou os ganhos de força quando comparado com a organização TRAD, e apresentaram menor CTL.

REFERÊNCIAS¹

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 34(2): 364-380, 2009.

AYDIN, E. M., Y. UÇAN, et al. The acute effect of static stretching between sets on the number of repetitions performance in resistance training. **International Journal of Human Sciences**, 14(4): 3913-3922, 2017.

BASTOS, C. L. B., H. MIRANDA, et al. Chronic effect of static stretching on strength performance and basal serum IGF-1 levels. **Journal of Strength and Conditioning Research** 27(9): 2465-2472, 2013.

BEHM, D. G. The science and physiology of flexibility and stretching: Implications and applications in sport performance and health, Routledge (2019).

BEHM, D. G., A. BAMBURY, et al. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. **Medicine Science and Sports Exercise**, 36(8): 1397-1402, 2004.

BEHM, D. G., D. BUTTOM, et al. Factors affecting force loss with stretching. **Canadian Journal of Applied Physiology**, 26: 262-272, 2001.

BEHM, D. G. and A. CHAOUACHI. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. **European Journal of Applied Physiology**, 2633-2651, 2011.

BLAZEVIČH, A. J., D. R. COLEMAN et al. Anatomical predictors of maximum isometric and concentric knee extensor moment. **European Journal of Applied Physiology**, 105(6): 869-878, 2009.

BRIGATO, F. A., L. E. M. LIMA, et al. High resistance-training volume enhances muscle thickness in resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2019.

CORNWELL A, NELSON A, SIDAWAY, B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. **European Journal of Applied Physiology**, 86: 428–434, 2002.

COSTA, P. B., HERDA, T. J., HERDA, A. A., & CRAMER, J. T. Effects of dynamic stretching on strength, muscle imbalance, and muscle activation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 46(3), 586–593, 2014.

DANKEL, S. J., K. T. MATTOCKS, et al. Frequency: The overlooked resistance training variable for inducing muscle hypertrophy?. **Sports Medicine**, 47(5): 799-805, 2016.

¹ Baseadas na norma NBR 6023:2018, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

DANKEL, S. J., J. G. MOUSER, et al. The widespread misuse of effect sizes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 20(5): 446-450, 2017.

EVANGELISTA, A. L., E. O. SOUZA, et al. Interset stretching vs. traditional strength training: Effects on muscle strength and size in untrained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 33 Suppl 1: S159-S166, 2019.

FERREIRA-JUNIOR, J. B., BENINE, R. P. C., CHAVES, S.F.N., BORBA, D.A., MARTINS-COSTA, H.C., FREITAS, E.D.S., BEMBEN, M.G., VIEIRA, C.A., and BOTTARO, M. Effects of static and dynamic stretching performed before resistance training on muscle adaptations in untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 35 (11): 3050-3055, 2019.

FRANCHI, M. V., N. D. REEVES, et al. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: Morphological, molecular, and metabolic adaptations. **Frontiers in Physiology**, 8: 447, 2017.

FRANCO, B.L., SIGNORELLI, G.R., TRAJANO, G.S., OLIVEIRA, C.G. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 22(6): 1832–1837, 2008.

FREITAS, S. R., MENDES, B., LE SANT, G., ANDRADE, R. J., NORDEZ, A., MILANOVIC, Z. Can chronic stretching change the muscle - tendon mechanical properties? A review. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, 28 (3), 794-806, 2017.

FREITAS, S. R. and P. MIL-HOMENS. Effect of 8-week high-intensity stretching training on biceps femoris architecture. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 29(6): 1737-1740, 2015.

GUERX, K., F. DEGACHE et al. Hamstring architectural and functional adaptations following long vs. short muscle length eccentric training. **Frontiers in Physiology**, 7: 340, 2016.

HEASELGRAVE, S. R., J. BLACKER, et al. Dose-response relationship of weekly resistance-training volume and frequency on muscular adaptations in trained men. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 14(3): 360-368, 2019.

HERBERT, R. D. and S. C. GANDEVIA. Changes in pennation with joint angle and muscle torque: in vivo measurements in human brachialis muscle. **The Journal of Physiology**, 484 (Pt 2): 523-532, 1995.

JUNIOR, R. M., R. BERTON et al. Effect of the flexibility training performed immediately before resistance training on muscle hypertrophy, maximum strength and flexibility. **Europeana Journal of Applied Physiology**, 117(4): 767-774, 2017.

KAWAKAMI, Y., T. ABE, et al. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than normal muscles. **Journal of Applied Physiology**, 74(6): 2740-2744, 1993.

KHOLINNE, E., R. F. ZULKARNAIN, et al. The different role of each head of the triceps brachii muscle in elbow extension. **Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica**, 52: 201-205, 2018.

KUBO, K., KANEHISA, H., FUKUNAGA, T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **Journal of Applied Physiology**, 92:595-601, 2002.

LATELLA, C., GRGIC, J., WESTHUIZEN, D. V. D. Effect of intersit strategies on acute resistance training performance and physiological responder: A systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 33 Suppl 1:S180-S193, 2019.

LEITE, T., A. de SOUZA TEIXEIRA, et al. Influence of strength and flexibility training, combined or isolated, on strength and flexibility gains. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 29(4):1083-1088, 2015.

MANGINE, G. T., M. J. REDD, et al. Resistance training does not induce uniform adaptations to quadriceps. **Plos ONE**, 13 (8): e0198304, 2018.

MARCHETTI, P. H., M. M. S. MIYATAKE, et al. Different volumes and intensities of static stretching affect the range of motion and muscle force output in well-trained subjects. **Sports Biomechanics**, 21(2): 155-164, 2019.

MATTA, T., R. SIMÃO, et al. Strength training's chronic effects on muscle architecture parameters of different arm sites. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 25(6): 1711-1717, 2011.

MCCMAHON, G. E., C. I. MORSE, et al. Impact of range of motion during ecologically valid resistance training protocols on muscle size, subcutaneous fat, and strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 28(1): 245-255, 2014.

MEDEIROS, D. M. and C. S. LIMA. Influence of chronic stretching on muscle performance: Systematic review. **Human Movement Sciences**, 54: 220-229, 2017.

MIZUNO, T. Combined effects of static stretching and electrical stimulation on joint range of motion and muscle strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 33(10): 2694-2703, 2019.

MIRANDA, H., MAIA, M. F., PAZ, G. A., COSTA, P. B. Acute Effects of Antagonist Static Stretching in the Inter-Set Rest Period on Repetition Performance and Muscle Activation. **Research in Sports Medicine**, 23:37–50, 2015.

MOHAMAD, N. I., K. NOSAKA, et al. Maximizing hypertrophy: Possible contribution of stretching in the intersit rest period. **Strength and Conditioning Journal**, 33(1): 81-87, 2011.

MOHAMAD, N. I., NOSAKA, K., CRONIN, J. Effect of Stretching during the Inter-Set Rest Periods on the Kinematics and Kinetics of High and Low Velocity Resistance Loading Schemes: Implications for Hypertrophy. **Journal of Sports Science and Physical Education**, 3: 45-57, 2014.

MORIGGI JUNIOR, R., R. BERTON, et al. Effect of the flexibility training performed immediately before resistance training on muscle hypertrophy, maximum strength and flexibility. **European Journal of Applied Physiology**, 117(4): 767-774, 2017.

NUNES, J. P., B. J. SCHOENFELD, et al. Does stretch training induce muscle hypertrophy in humans? A review of the literature. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, 40 (3): 148-156, 2020.

PADILHA, U. C., A. VIEIRA, et al. Could inter-set stretching increase acute neuromuscular and metabolic responses during resistance exercise? **European Journal of Translational Myology**, 29(4): 293-301, 2019.

SCARPELLI, M. C., S. R. NOBREGA, et al. Muscle hypertrophy response is affected by previous resistance training volume in trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 36(4): 1153-1157, 2022. 2020

SCHOENFELD, B. J. & B. CONTRERAS. The muscle pump: Potential mechanisms and applications for enhancing hypertrophic adaptations. **Strength & Conditioning Journal**, 36(4): 21-25, 2014.

SCHOENFELD, B. J. & B. CONTRERAS. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 51(1): 94-103, 2019.

SCHOELFELD, B. J. & GRGIC, J.. Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. **Strength and Conditioning Journal**, 40(4): 107-112, 2018.

SCHOELFELD, B. J., D. OGBORN, et al. Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, 46(11), 1689-1697, 2016.

SCHOENFELD, B. J., D. OGBORN, et al. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, 35(11): 1073-1082, 2017.

SHARMAN, M. J., CRESWELL, A. G., & RIEK, S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching Mechanisms and clinical implications. **Sports Medicine**, 36(11), 929–939, 2006.

SHRIER, I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. **Clinical Journal of Sport Medicine**, 14(5): 267-273, 2004.

SIMÃO, R., A. LEMOS, et al. The influence of strength, flexibility, and simultaneous training on flexibility and strength gains. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 25(5): 1333-1338, 2011.

SIMPSON, C. L., B. D. H. KIM, et al. Stretch training induces unequal adaptation in muscle fascicles and thickness in medial and lateral gastrocnemii. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 27(12): 1597-1604, 2017.

SOUZA, A. C., C. M. BENTES, et al. Influence of inter-set stretching on strength, flexibility and hormonal adaptations. **Journal of Human Kinetics**, 36: 127-135, 2013.

SWINTON, P. A., B. S. HEMINGWAY, et al. A statistical framework to interpret individual response to intervention: Paving the way for personalized nutrition and exercise prescription. **Frontiers in Nutrition**, 5 (41): 1-14, 2018.

TRAJANO, G. S., K. NOSAKA, et al. Neurophysiological mechanisms underpinning stretch-induced force loss **Sports Medicine**, 47(8): 1531-1541, 2017.

WAKAHARA, T., A. FUKUTANI, et al. Nonuniform muscle hypertrophy: Its relation to muscle activation in training session. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 45(11): 2158-2165, 2013.

WAKAHARA, T., N. MIYAMOTO, et al. Association between regional differences in muscle activation in one session of resistance exercise and in muscle hypertrophy after resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, 112 (4): 1569-1576, 2012.

WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 19(1): 231–240, 2005.

WEISSGERBER, T. L., N. M. MILIC, et al. Beyond bar and line graphs: time for a new data presentation paradigm. **PLoS Biology**, 13(4): 1-10, 2015.

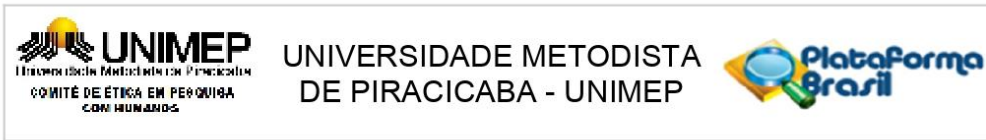
YOUNG, W., ELLIOTT, S. Acute effects on static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. **Research Quarterly for Exercise and Sports**, 72:273–279, 2001.

YOUNG, W. B., BEHM D. G. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 43:21–27, 2003.

YOUNG, W., ELIAS, G., POWER, J. Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 46:403–411, 2006

ZOLLNER, A. M., O. J. ABILEZ, et al. Stretching skeletal muscle: Chronic muscle lengthening through sarcomerogenesis. **PLoS ONE**, 7(10): e45661, 2012.

ANEXO I. PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE COMPARATIVA DA HIPERTROFIA MUSCULAR E DA FORÇA MÁXIMA EM RELAÇÃO À FREQUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA EM HOMENS TREINADOS.

Pesquisador: RAFAEL SAKAI ZARONI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 60197016.9.0000.5507

Instituição Proponente: INSTITUTO EDUCACIONAL PIRACICABANO DA IGREJA METODISTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.749.141

Apresentação do Projeto:

Projeto adequadamente apresentado, contendo todos os dados necessários para sua análise.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivos claros, coerentes com o desenho do projeto e exequíveis dentro do cronograma exposto.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos aos sujeitos são pequenos e o projeto assegura o cuidado para reduzi-los. Os benefícios (indiretos) aos sujeitos estão presentes e superam os riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Destacam-se a relevância e as contribuições da pesquisa apresentada. As bases teóricas estão adequadas, a metodologia é coerente e a coleta de dados é adequada à proposta.

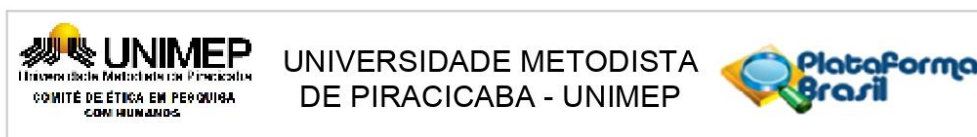
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta todos os termos exigidos pela Res 466/12.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto está aprovado.

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 156
Bairro: Taquaral **CEP:** 13.400-911
UF: SP **Município:** PIRACICABA
Telefone: (19)3124-1515 **Fax:** (19)3124-1515 **E-mail:** comitedeetica@unimep.br



Continuação do Parecer: 1.749.141

Considerações Finais a critério do CEP:

Este colegiado acolhe o parecer acima descrito e aprova o projeto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_774006.pdf	19/09/2016 10:20:27		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.pdf	19/09/2016 10:19:15	RAFAEL SAKAI ZARONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetodetalhado.pdf	19/09/2016 10:18:38	RAFAEL SAKAI ZARONI	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	19/09/2016 10:15:36	RAFAEL SAKAI ZARONI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICABA, 27 de Setembro de 2016

Assinado por:
Daniela Faleiros Bertelli Merino
(Coordenador)

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 156
Bairro: Taquaral **CEP:** 13.400-911
UF: SP **Município:** PIRACICABA
Telefone: (19)3124-1515 **Fax:** (19)3124-1515 **E-mail:** comitedeetica@unimep.br

APÊNDICE I. DADOS PESSOAIS E HISTÓRICO DE TREINO

NOME

Idade: _____ anos, Estatura: _____ cm, Massa corporal: _____ kg,
Experiência
em TF: _____ anos.

Frequência semanal: 1x (), 2x (), 3x (), 4x (), 5x (), 6x (), 7x ()

Histórico do volume de séries semanais

Volume de séries do grupo muscular peitoral	
Volume de séries do grupo muscular tríceps braquial	
Volume de séries do grupo muscular bíceps braquial	
Volume de séries do grupo muscular dorsal	

APÊNDICE II. INQUÉRITO NUTRICIONAL

Relatório alimentar de 1 dia para controle nutricional

REFEIÇÕES	ALIMENTO	PREPARAÇÕES E ADIÇÕES	QUANTIDADES (medidas caseiras)
Desjejum			
Colação			
Almoço			
Lanche da tarde			
Jantar			
Ceia			
Fora de hora (lanches, pizzas, etc)			