

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**BRUNA DANIELLA DE VASCONCELOS COSTA**

**EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO TREINAMENTO RESISTIDO NA  
FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR REGIONAL EM HOMENS JOVENS  
DESTREINADOS**

Recife

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**BRUNA DANIELLA DE VASCONCELOS COSTA**

**EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO TREINAMENTO RESISTIDO NA  
FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR REGIONAL EM HOMENS JOVENS  
DESTREINADOS**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**Área de concentração:** Biodinâmica do movimento humano

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr. Leonardo de Sousa Fortes

Recife  
2019

Catálogo na Fonte  
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4:1010

C837e Costa, Bruna Daniella de Vasconcelos.  
Efeito da variação do exercício no treinamento resistido na força e hipertrofia muscular regional em homens jovens destreinados / Bruna Daniella de Vasconcelos Costa. – 2019.  
50 f.; il.; tab.; 30 cm.

Orientador: Leonardo de Sousa Fortes.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Educação Física. Recife, 2019.  
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Treinamento de força. 2. Exercício físico. 3. Hipertrofia do músculo esquelético. 4. Força muscular. I. Fortes, Leonardo de Sousa. (Orientador). II. Título.

796.07 CDD (20.ed.) UFPE (CCS2021-169)

BRUNA DANIELLA DE VASCONCELOS COSTA

**EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO TREINAMENTO RESISTIDO NA  
FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR REGIONAL EM HOMENS JOVENS  
DESTREINADOS**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**Área de concentração:** Biodinâmica do movimento humano

Aprovada em: 08/02/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Leonardo de Sousa Fortes (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Edilson Serpeloni Cyrino  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof<sup>o</sup> Dr. André Luiz Torres Pirauá  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico esta dissertação à minha avó, Maria José Paiva de Vasconcelos (*in memoriam*) com todo meu amor e gratidão, que dignamente me apresentou o caminho da honestidade e persistência, mesmo quando não entendia meu trabalho. Espero que todo o seu esforço dedicado ao meu crescimento seja, em parte, recompensado pela conclusão desta etapa.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças para vencer cada etapa deste e de outros processos ao longo da minha vida.

Aos meus pais, Vera Lúcia de Vasconcelos Costa e Alvaro Benedito da Costa pelo aprendizado nessa difícil jornada, além do apoio (em todos os sentidos) em todas as minhas decisões.

Ao meu irmão, Bruno Felipe da Costa, por todas as palavras de conforto nos momentos mais difíceis.

A todos meus familiares, por serem porto seguro em todos os acontecimentos. Sem dúvida, foram essenciais para minha chegada até aqui.

Ao meu orientador e amigo, Leonardo de Sousa Fortes, por toda sua disponibilidade e dedicação, além do enorme incentivo nesse início de jornada acadêmica.

Ao professor Edilson Serpeloni Cyrino, pela oportunidade ímpar de fazer este projeto acontecer e dar certo.

Ao professor André Luiz Félix Rodacki, pelo empréstimo do equipamento utilizado nas avaliações do projeto, bem como ao seu aluno André Brauer por me ajudar a manuseá-lo.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo incentivo financeiro para o desenvolvimento do meu projeto e realização do sonho.

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que contribuiu para o meu crescimento profissional, desde a graduação.

Aos integrantes do GEPEXDES, GEPAAE e GEPEMENE, que sempre contribuíram para a minha formação.

Ao meu namorado, Witalo Kassiano Ferreira de Oliveira, que foi peça chave para execução deste projeto e construção do produto final. Agradeço pelas noites em claro, pelas gargalhadas, por todo o auxílio nesse último ano.

Aos meus amigos que fiz durante o mestrado, Dalton Lima, Gustavo Vasconcelos e Petrus Gantois, pelo companheirismo, cumplicidade, gargalhadas, ajudas em horários inusitados e todas as revisões durante a realização deste trabalho.

Aos meus amigos que fiz em Londrina, Letícia Cyrino, João Pedro Nunes, Paolo Cunha, Camila Padilha, Pâmela Souza, Gabriel Kunevaliki e Melissa Antunes, pela ajuda na condução e execução deste projeto, além da paciência em escutar todos os problemas, uma vez estando longe de casa e da família.

A todos os voluntários que participaram, pelo empenho e comprometimento nos treinos que me ajudaram na realização do sonho.

## RESUMO

A variação do exercício é caracterizada pela inserção e/ou mudança dos exercícios dentro de uma sessão de treinamento resistido (TR) ou entre elas. Especula-se que esta estratégia pode otimizar as adaptações neuromusculares e morfológicas, considerando o aumento do recrutamento de unidades motoras distintas. Diante desse contexto, o objetivo da presente dissertação foi analisar o efeito da variação do exercício no TR sobre a força e hipertrofia muscular regional em homens jovens destreinados. Vinte e dois adultos jovens do sexo masculino ( $23.2 \pm 4.1$  anos,  $80.2 \pm 14.8$  kg,  $1.7 \pm 0.0$  m,  $26.0 \pm 4.0$  kg/m<sup>2</sup>) foram aleatorizados em dois grupos: um que realizou a rotina de exercícios constantes (GEC, n = 11) e outro que realizou a rotina de exercícios variados dentro de um microciclo (GEV, n = 11). Trata-se de estudo experimental com duração de nove semanas. A espessura muscular de vários músculos (flexores do cotovelo, extensores do cotovelo e coxa lateral) em diferentes porções [proximal (PP), medial (PM) e distal (PD)] e o teste de uma repetição máxima (1RM) foram avaliados no pré e pós-experimento. Foi utilizada a análise de variância de dois fatores (ANOVA two-way) para medidas repetidas para análise da interação grupo (GEC vs. GEV) vs. tempo (pré vs. pós-experimento) para força e hipertrofia muscular. O delta percentual ( $\Delta\%$ ) do pré para o pós-experimento foi calculado como:  $\Delta\% = ([\text{pós-pré}]/\text{pré}) * 100$  para análise do aumento relativo entre as porções. A força muscular aumentou significativamente no pós-experimento ( $p < 0.001$ ), sem diferença entre os grupos. A espessura muscular aumentou significativamente no pós-experimento em todas as porções analisadas, de todos os grupos musculares ( $p < 0.05$ ), sem diferença entre os grupos. Apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos, o GEV apresentou maiores aumentos percentuais na maioria das porções analisadas [PD da coxa lateral (GEC = +2.6% vs. GEV = +7.3%), em todas as porções dos flexores do cotovelo ([PP] GEC = +10.5% vs. GEV = +18.2%; [PM] GEC = +9.5% vs. GEV = +13.0%; [PD] GEC = +8.3% vs. GEV = +12.5%) e na PD dos extensores do cotovelo (GEC = +13.2% vs. GEV = +19.6%)]. Por fim, para a hipertrofia muscular regional, os grupos musculares demonstraram aumentos relativos distintos. Enquanto os músculos da coxa lateral apresentaram aumento heterogêneo entre as porções, os demais grupos musculares aumentaram na mesma proporção entre as regiões. Os resultados sugeriram que ambas as estratégias são efetivas para aumentar força e hipertrofia muscular em diferentes porções de um mesmo músculo. Além disso, o comportamento hipertrófico parece ser mais dependente do músculo ou grupo muscular do que da estratégia empregada.

**Palavras-chave:** Treinamento de força; Exercício físico; Hipertrofia do músculo esquelético; Força muscular.

## ABSTRACT

Exercise variation is characterized by the insertion and / or change of the exercises within a resistance training session (TR) or between them. It is speculated that this strategy can optimize neuromuscular and morphological adaptations, considering the increase in the recruitment of different motor units. In view of this context, the objective of this dissertation was to analyze the effect of exercise variation in TR on muscle strength and regional hypertrophy in untrained young men. Twenty-two young male adults ( $23.2 \pm 4.1$  years,  $80.2 \pm 14.8$  kg,  $1.7 \pm 0.0$  m,  $26.0 \pm 4.0$  kg / m<sup>2</sup>) were randomized into two groups: one who performed the routine exercise routine (GEC, n = 11) and another who performed the routine of varied exercises within a microcycle (GEV, n = 11). It is an experimental study with duration of nine weeks. The muscle thickness of several muscles (elbow flexors, elbow extensors and lateral thigh) in different portions [proximal (PP), medial (PM) and distal (PD)] and the one maximum repetition test (1RM) were evaluated in the pre- and post-experiment. Two-way ANOVA for repeated measures was used to analyze group interaction (GEC vs. GEV) vs. time (pre vs. post-experiment) for muscle strength and hypertrophy. The percentual delta ( $\Delta\%$ ) from pre to post-experiment was calculated as:  $\Delta\% = ([\text{pre-post}] / \text{pre}) * 100$  for analysis of relative increase between portions. Muscle strength increased significantly in the post-experiment ( $p < 0.001$ ), with no difference between groups. Muscle thickness increased significantly in the post-experiment in all the analyzed portions of all muscle groups ( $p < 0.05$ ), with no difference between groups. Although there was no statistically significant difference between the groups, GEV presented greater percentage increases in most of the portions analyzed [lateral thigh PD (GEC = + 2.6% vs. GEV = + 7.3%) in all portions of the elbow flexors ([PP] GEC = + 10.5% vs. GEV = + 18.2%; [PM] GEC = + 9.5% vs. GEV = + 13.0%; [PD] GEC = + 8.3% vs. GEV = + 12.5%)) in the PD of the elbow extensors (GEC = + 13.2% vs. GEV = + 19.6%)]. Finally, for regional muscle hypertrophy, the muscle groups showed distinct relative increases. While the lateral thigh muscles showed a heterogeneous increase between the portions, the other muscle groups increased in the same proportion between the regions. The results suggested that both strategies are effective in increasing muscle strength and hypertrophy in different portions of the same muscle. In addition, the hypertrophic behavior seems to be more dependent on the muscle or muscle group than on the strategy employed.

**Key words:** Strength training; Physical exercise; Skeletal muscle hypertrophy; Muscular strength.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Delineamento experimental.....	19
Quadro 1 – Programa de TR realizado a cada sessão semanal para ambos os grupos (GEC vs. GEV) .....	22
Figura 2 – Fluxograma do CONSORT do estudo .....	26
Figura 3 – Diferenças absolutas na força muscular (pré para o pós-experimento) e comportamento individual dos sujeitos, de acordo com o grupo.....	30
Figura 4 – Diferenças absolutas na espessura muscular (pré para o pós-experimento) e comportamento individual dos sujeitos nas diferentes porções dos grupos musculares, de acordo com o grupo.....	34

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Características gerais dos grupos pré-treinamento.....	27
Tabela 2 – Força muscular de ambos os grupos.....	29
Tabela 3 – Espessura muscular de ambos os grupos.....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>14</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>14</b>
1.2	HIPÓTESES	15
<b>2</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>16</b>
	ARTIGO - EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO	
	TREINAMENTO RESISTIDO NA FORÇA E HIPERTROFIA	
2.1	MUSCULAR REGIONAL EM HOMENS JOVENS	
	DESTREINADOS	16
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>40</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE</b>	
	<b>E ESCLARECIDO</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO</b>	
	<b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP</b>	<b>45</b>
	<b>APÊNDICE B – BASE DE DADOS</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da força muscular é influenciado pela combinação de diversos fatores morfológicos e neurais (AAGAARD et al., 2001). A arquitetura muscular (i.e., disposição das fibras musculares), rigidez músculo-tendinosa, frequência de disparo dos potenciais de ação, recrutamento e sincronização das unidades motoras são alguns dos mecanismos que podem alterar a expressão deste componente (SUCHOMEL et al., 2018). Dentre os tipos de exercício, o treinamento resistido (TR) é um dos principais que possibilitam o aumento da capacidade de geração de força em diversas populações (SARIC et al., 2018; STEFANAKI; DZULKARNAIN; GRAY, 2019). Nesse sentido, diversos estudos têm demonstrado efeitos positivos do TR sobre os componentes neurais e morfológicos (AAGAARD et al., 2002a; DRUMMOND et al., 2016; MATTA et al., 2011). Por exemplo, o aumento substancial na produção eferente dos motoneurônios espinhais (AAGAARD et al., 2002b), aumento do ângulo de penação e comprimento do fascículo muscular (ANGLERI; UGRINOWITSCH; LIBARDI, 2017).

Outro componente adaptativo ao TR é a hipertrofia muscular, definida como o aumento proporcional de proteínas contráteis (i.e., actina e miosina), bem como outras proteínas estruturais (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Estudos prévios têm mostrado que os principais mecanismos que modulam o comportamento hipertrófico são a sobrecarga mecânica, o dano muscular induzido pelo exercício e o estresse metabólico (SCHOENFELD, 2010; WACKERHAGE et al., 2019). Além disso, parece haver uma interação entre as adaptações neurais e a expressão de hipertrofia muscular, ou seja, quanto maior a capacidade de recrutar fibras musculares, maior a hipertrofia do tecido muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Por outro lado, ao longo de programa de TR, menos fibras vão sendo recrutadas para uma mesma sobrecarga (PLOUTZ et al., 1994). Estes achados indicam que a sobrecarga progressiva e alterações dentro de uma rotina de TR são necessárias para aumentar o recrutamento de unidades motoras e consequentemente maximizar a hipertrofia muscular.

Alterações na composição corporal, tais como o aumento da massa muscular, podem influenciar positivamente nos indicadores de imagem corporal. Em outras palavras, à medida em que a massa corporal aumenta, a satisfação corporal segue o mesmo padrão (STREETER; MILHAUSEN; BUCHHOLZ, 2012). Diversos estudos têm demonstrado que, nos últimos anos, os níveis de insatisfação corporal aumentaram substancialmente, principalmente em adolescentes e adultos jovens (FORTES et al., 2013; MINTEM; GIGANTE; HORTA, 2015).

Estes achados nos permitem pensar em estratégias que possam maximizar a hipertrofia muscular, visto que a insatisfação pode facilitar o aparecimento de transtornos psicológicos e sociais, tais como depressão, desordem alimentar, autoconfiança diminuída, isolamento social e dificuldades em relações interpessoais (STEPHEN et al., 2014; VARTANIAN et al., 2014). Desse modo, torna-se importante empregar diferentes estratégias em adultos jovens no TR, com o objetivo de melhorar a composição corporal e conseqüentemente aumentar os níveis de satisfação corporal.

Para otimização ou maximização dessas adaptações, a manipulação das variáveis que compõem os programas de TR (carga utilizada, número de exercícios, séries e repetições; intervalos de descanso entre as séries e os exercícios; velocidade de execução ou tempo sob tensão; frequência semanal) e de algumas estratégias adotadas para o treino (falha concêntrica, amplitude de movimento e tipo de contração muscular) têm sido bastante utilizadas, tanto no ambiente acadêmico quanto profissional (BLOOMQUIST et al., 2013; IKEZOE et al., 2017; MARTORELLI et al., 2017; SCHOENFELD; RATAMESS; et al., 2015; SOONESTE et al., 2013). Entre tais variáveis, a intensidade de carga utilizada e a manipulação do volume de TR são as mais estudadas (IKEZOE et al., 2017; SCHOENFELD et al., 2016; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017; SOONESTE et al., 2013). Uma vez que a maioria dos estudos tratam da manipulação para estudo do sistema (MORTON et al., 2016; SARIC et al., 2018; SCHOENFELD; POPE; et al., 2016; SOONESTE et al., 2013), torna-se importante investigar as diferentes formas dos métodos. Um aspecto que tem sido defendido pelo *American College of Sports Medicine* (2002) para a progressão das adaptações ao TR é a necessidade de variação dos estímulos. Essa variação pode ser caracterizada pela modificação de uma ou mais variáveis de prescrição.

Nesse sentido, Fonseca et al. (2014) conduziram uma investigação com a premissa de avaliar a utilização de um único exercício para membros inferiores ou a combinação de quatro exercícios com a variação da intensidade de carga sobre a força e hipertrofia muscular durante 12 semanas. Para tanto, 49 homens saudáveis e destreinados foram divididos aleatoriamente em cinco grupos: intensidade e exercício constante (ICEC), intensidade constante e exercícios variados (ICEV), intensidade variada e exercício constante (IVEC), intensidade e exercícios variados (IVEV) e grupo controle (GC). Os achados revelaram que todos os grupos, exceto o GC, aumentaram a força e a hipertrofia muscular. Contudo, o grupo ICEV apresentou ganhos adicionais na força quando comparado aos demais. Além disso, apenas os grupos que utilizaram exercícios variados dentro da mesma sessão de TR (ICEV e IVEV) apresentaram hipertrofia em todos os ventres do quadríceps (reto femoral, vasto lateral, vasto intermédio e vasto medial).

Diante disso, parece que a utilização de um conjunto de exercícios para um mesmo grupamento muscular dentro da mesma sessão de TR pode gerar maiores aumentos na força muscular e talvez apresentar um padrão hipertrófico mais uniforme entre os ventres de um mesmo músculo. Resta saber se a variação no conjunto de exercícios a ser executado seria vantajosa ou não também para outros grupamentos musculares ou, ainda, se a variação do conjunto de exercícios a cada sessão de TR poderia ou não agregar melhores respostas adaptativas.

Tais informações podem ser bastante valiosas visto que a hipertrofia muscular induzida pelo TR parece ocorrer de maneira não uniforme ao longo do músculo ou entre os ventres de um grupo muscular (EMA et al., 2013; FONSECA et al., 2014; WAKAHARA et al., 2012). Embora os mecanismos envolvidos ainda não estejam bem estabelecidos, acredita-se que tal fenômeno possa ser explicado, pelo menos em parte, pela ativação muscular em diferentes porções do músculo (WAKAHARA et al., 2012). Esta afirmação também é suportada pelo fato de que, diferentes exercícios ou padrões de movimento para o mesmo grupo muscular, podem acarretar aumento do recrutamento de distintas unidades motoras (EBBEN et al., 2009; SIGNORILE; ZINK; SZWED, 2002). Em síntese, os estudos que analisaram a ativação muscular por meio da ressonância magnética (WAKAHARA et al., 2013; WAKAHARA et al., 2012), avaliam a quantidade e distribuição de água no músculo esquelético (CAGNIE et al., 2011). Durante as contrações, quando o músculo é ativado de maneira heterogênea (e.g., maior aumento da ativação de uma porção de um músculo em comparação com as demais), a distribuição de água é aumentada nas porções mais ativas (WAKAHARA et al., 2012).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o efeito da variação do exercício no TR sobre a força e hipertrofia muscular regional em homens jovens destreinados.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a influência das duas estratégias (Exercício constante vs. Exercício variado) sobre o volume de carga (VC);
- Correlacionar o VC com o comportamento da força muscular;
- Correlacionar o VC com o comportamento da hipertrofia muscular.

## 1.2 HIPÓTESES

Nossa primeira hipótese é que os indivíduos submetidos a uma rotina de TR em que os exercícios variem entre as sessões, de acordo um microciclo de treinamento semanal, alcançarão maiores aumentos de força e hipertrofia muscular. Além disso, considerando que diferentes exercícios podem ativar regiões diferentes de um mesmo músculo (EBBEN et al., 2009; SIGNORILE; ZINK; SZWED, 2002), a nossa segunda hipótese é que o grupo submetido à estratégia de variar os exercícios a cada sessão de TR apresentará um padrão de resposta hipertrófica mais homogêneo.

## 2 RESULTADOS

### 2.1 ARTIGO

#### **EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO TREINAMENTO RESISTIDO NA FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR REGIONAL EM HOMENS JOVENS DESTREINADOS**

##### **RESUMO**

A estratégia de variar os exercícios no treinamento resistido (TR) dentro de uma mesma sessão ou microciclo pode otimizar os aumentos da força e hipertrofia muscular. O objetivo do estudo foi analisar o efeito da variação do exercício no TR sobre a força e hipertrofia muscular em homens jovens destreinados. Vinte e dois adultos jovens do sexo masculino ( $23.2 \pm 4.1$  anos,  $80.2 \pm 14.8$  kg,  $1.7 \pm 0.0$  m,  $26.0 \pm 4.0$  kg/m<sup>2</sup>) foram aleatorizados em dois grupos: exercícios constantes (GEC, n = 11) e exercícios variados dentro de um microciclo (GEV, n = 11). Trata-se de estudo experimental com duração de nove semanas. A espessura muscular e o teste de uma repetição máxima (1RM) foram avaliados no pré e pós-experimento. A força muscular aumentou significativamente no pós-experimento ( $P < 0.001$ ), sem diferença entre os grupos. A espessura muscular aumentou significativamente no pós-experimento ( $P < 0.05$ ), sem diferença entre os grupos. Os resultados sugeriram que ambas as estratégias são efetivas para aumentar força e hipertrofia muscular.

**Palavras-chave:** Treinamento de força; Exercício físico; Hipertrofia do músculo esquelético; Força muscular

##### **ABSTRACT**

The strategy of varying the exercises in resistance training (RT) within a single session or microcycle can optimize increases muscle strength and hypertrophy. The aim of the study was to analyze the effect of exercise variation in RT on muscle strength and hypertrophy in young untrained men. Twenty-two young male adults ( $23.2 \pm 4.1$  years,  $80.2 \pm 14.8$  kg,  $1.7 \pm 0.0$  m,  $26.0 \pm 4.0$  kg / m<sup>2</sup>) were randomized into two groups: constant exercise (GEC, n = 11) and varied exercises within of a microcycle (GEV, n = 11). It is an experimental study with duration

of nine weeks. Muscle thickness and maximal repetition test (1RM) were evaluated in the pre- and post-experiment. Muscle strength increased significantly in the post-experiment ( $P < 0.001$ ), with no difference between groups. Muscle thickness increased significantly in the post-experiment ( $P < 0.05$ ), with no difference between groups. The results suggested that both strategies are effective in increasing muscle strength and hypertrophy.

**Key words:** Strength training; Physical exercise; Skeletal muscle Hypertrophy; Muscular strength.

## INTRODUÇÃO

A manipulação das variáveis (e.g., intensidade de carga, volume, intervalo de descanso entre as séries e entre os exercícios, frequência, ordem e seleção dos exercícios, tempo sob tensão) e estratégias de prescrição do treinamento resistido (TR) têm sido amplamente utilizadas para otimizar as adaptações crônicas da força e hipertrofia muscular (SCHOENFELD et al., 2016; RATAMESS; et al., 2015). Dentre as diferentes estratégias que podem ser utilizadas para o aumento da magnitude dos ganhos de força e hipertrofia muscular (e.g., treinar até a falha muscular concêntrica ou próximo dela, restrição de fluxo sanguíneo, tipo de contração muscular e horário de treino), especula-se que a variação do exercício dentro de uma sessão e/ou microciclo no TR pode acarretar importantes alterações (FONSECA et al., 2014), principalmente no aumento da ativação muscular e, conseqüentemente, aumento do recrutamento de unidades motoras distintas (WAKAHARA et al., 2013; WAKAHARA et al., 2012). Portanto, a inserção de diferentes exercícios para o mesmo grupo muscular entre os microciclos (e.g., uma semana), pode ocasionar otimização do aumento na força e hipertrofia muscular.

Segundo o *American College of Sports Medicine* (2009), a variação é caracterizada pela modificação de uma ou mais variáveis de prescrição e é um dos princípios fundamentais para o programa de TR bem-sucedido. No entanto, são poucos os estudos que comprovaram a eficácia dessa estratégia. Fonseca et al. (2014) conduziram uma investigação com o objetivo de testar se a variação do exercício para o mesmo grupo muscular, dentro de uma sessão de TR resultaria em ganhos adicionais na força e hipertrofia muscular em comparação à rotina de exercícios constantes. Ao final das 12 semanas, o grupo que variou os exercícios e manteve a intensidade constante apresentou maiores aumentos na força muscular. Além disso, apenas os grupos que variaram os exercícios hipertrofiaram significativamente todos os ventres do

quadríceps. Assim, parece que a variação do exercício no TR, além de otimizar os ganhos de força muscular, pode apresentar um padrão hipertrófico mais uniforme.

Considerando as respostas hipertróficas regionais, estudos prévios demonstraram achados conflitantes, com aumento percentual similar (MATTA et al., 2011) e heterogêneo entre as diferentes porções de um mesmo músculo (EMA et al., 2013; WAKAHARA et al., 2012). Esse aumento em uma determinada porção parece ter relação com o aumento do recrutamento de diferentes unidades motoras (WAKAHARA et al., 2013). Contudo, esses estudos não utilizaram a variação do exercício como variável de manipulação, adotando um único exercício para um grupo muscular durante o programa de TR. Partindo dessa premissa, esta estratégia não nos permite responder se a utilização de diferentes exercícios para o mesmo grupo muscular no TR pode gerar um padrão de resposta hipertrófica mais uniforme em diferentes regiões de um mesmo músculo.

Até o presente momento, de nosso conhecimento, nenhum estudo analisou o efeito da variação do exercício dentro de um microciclo no TR sobre as adaptações neuromusculares (i.e., força e hipertrofia muscular), bem como a influência desta estratégia sobre o comportamento hipertrófico ao longo de um mesmo músculo. Uma vez que o estudo de Fonseca et al. (2014) analisou a variação do exercício dentro de uma mesma sessão de TR, torna-se importante investigar se esta estratégia responde de maneira similar quando adotada dentro de um microciclo (i.e., uma semana). Do ponto de vista prático, este estudo pode auxiliar aos profissionais do TR na tomada de decisão sobre qual estratégia empregar para otimização das respostas de força e hipertrofia muscular, bem como na diminuição do padrão não uniforme ao longo de um mesmo músculo, visto que estes objetivos são, alguns, dos mais visados dentre os atletas, praticantes recreacionais e fisiculturistas.

Considerando que um dos poucos estudos que analisou o comportamento da força e hipertrofia muscular frente à variação do exercício só avaliou os músculos dos membros inferiores (FONSECA et al., 2014), torna-se importante investigar se esse comportamento se repete em grupos musculares distintos, uma vez que a disposição do arranjo das fibras musculares pode levar a diferentes respostas adaptativas (HAMILL; KNUTZEN, 2006). Um exemplo disso é o arranjo fusiforme do bíceps braquial (KAWAKAMI, 2005). Achados indicaram que esta característica pode levar à limitação a capacidade de geração de força muscular (KAWAKAMI, 2005).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da variação do exercício no TR sobre a força e hipertrofia muscular regional em homens jovens destreinados. Baseado em investigações prévias (FONSECA et al., 2014; MATTA et al., 2011),

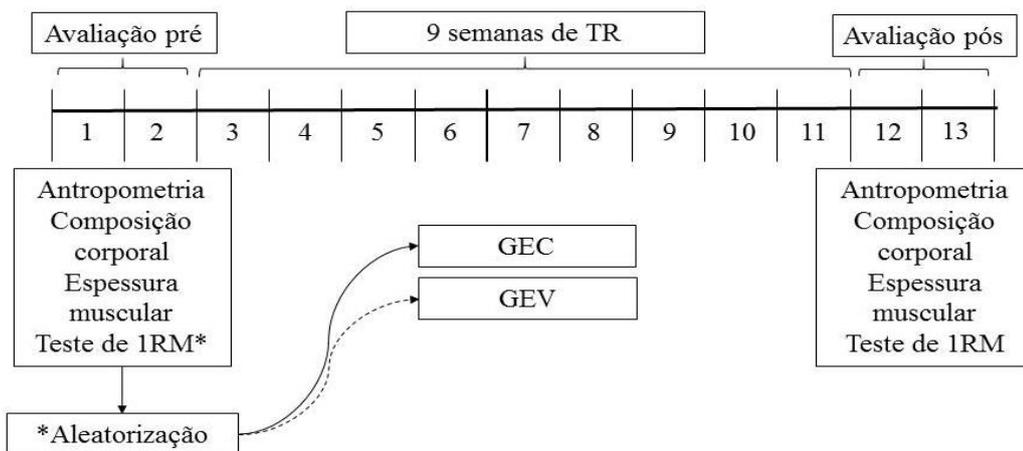
hipotetizamos que a variação do exercício no TR otimizará as respostas neuromusculares, bem como gerará um padrão de resposta hipertrófico menos heterogêneo.

## MÉTODOS

### Abordagem experimental do problema

Trata-se de ensaio clínico aleatorizado e controlado com adultos jovens do sexo masculino, com experiência prévia em TR, porém destreinados a pelo menos 4 meses. O estudo teve duração de 13 semanas, a saber: quatro semanas (1-2 e 12-13) foram utilizadas para avaliação antropométrica, composição corporal, espessura muscular e teste de uma repetição máxima (1RM); nove semanas (3-11) foram utilizadas para o programa de TR. Nas semanas 1 e 12, três sessões do teste de 1RM foram realizadas em dias não consecutivos, com intervalo de 48h entre as sessões, para avaliar a força muscular dinâmica. As sessões foram realizadas com a premissa de garantir a reprodutibilidade e acurácia do teste. Durante as semanas 2 e 13, foram realizadas medidas antropométricas, composição corporal e espessura muscular pré e pós-intervenção, respectivamente. O delineamento experimental da presente investigação é apresentado na **Figura 1**.

**Figura 1** - Delineamento experimental.



*Nota.* TR = Treinamento resistido; GEC = Grupo de exercícios constantes; GEV = Grupo de exercícios variados;

\* = aleatorizados e contrabalanceados por meio da força muscular relativa ao tecido magro total.

## Participantes

O recrutamento foi realizado por meio do método de amostragem não probabilística, com gerenciamento intencional, por meio de anúncios em plataformas digitais (*Facebook*, *Instragram* e *Whatsapp*), além de convites pessoais. Participaram do estudo, os indivíduos que: (1) tinham experiência com TR; (2) não estavam praticando TR por um período mínimo de quatro meses anterior ao início do estudo; (3) não apresentaram histórico de lesões musculoesqueléticas que os impedissem de realizar qualquer avaliação e exercício do programa de TR e; (4) não fosse usuário de medicamentos psicoativos ou de recursos ergogênicos nutricionais ou farmacológicos que pudessem favorecer o ganho de massa muscular (e.g., *Whey protein*, creatina) por pelo menos seis meses previamente ao início do estudo. Estas informações foram coletadas por autodeclaração. Por outro lado, foram excluídos da investigação aqueles que: (1) apresentassem aderência < 80% às sessões de TR e; (2) se engajassem em outro programa de exercício físico sistemático e regular durante o período do estudo. 41 adultos jovens do sexo masculino entre 18-35 anos foram avaliados quanto à elegibilidade. Posteriormente, os candidatos foram entrevistados e responderam a um questionário de histórico de saúde e nível de atividade física. 12 candidatos não atenderam aos critérios de inclusão e foram excluídos antes do início do estudo. Após as avaliações de linha de base, os 29 participantes restantes foram aleatorizados por blocos e com contrabalanceamento, por meio de um sorteio manual, adotando como critério a força relativa total (RIBEIRO et al., 2018) (i.e., soma das médias dos três exercícios [supino no banco horizontal + *leg press* 45° + rosca direta] dividido pelo tecido magro total) em Grupo de exercícios constantes (GEC, n = 14) e Grupo de exercícios variados (GEV, n= 15). Foi realizado cálculo do poder da amostra a posteriori, baseado nas alterações neuromusculares, considerando o tamanho do efeito de 0,50 e um  $\alpha = 5\%$ . A seleção da amostra forneceu um poder estatístico > 95%.

Após receberem todas as informações sobre os procedimentos, todos os participantes assinaram o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa Institucional (n° do parecer: 2.489.604) e seguiu os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2008).

## Procedimentos

### Programa de TR

O programa de TR foi realizado durante o período da tarde (entre 13h 30min a 17h 30min), com duração de nove semanas, totalizando 24 sessões. As sessões foram realizadas três vezes por semana, em dias não consecutivos (não foi possível completar as 27 sessões em virtude de paralizações regionais oriundas de hábitos culturais no local do estudo). Todos os participantes foram supervisionados por três profissionais de Educação Física com experiência em TR, com o objetivo de garantir a segurança e a padronização dos exercícios realizados. As principais recomendações para os participantes do estudo foram: 1) ingerir, pelo menos, 500ml de água durante as duas horas que antecederam a sessão de TR; 2) hidratar-se à vontade durante a sessão de TR; 3) alimentar-se bem até duas horas antes da sessão TR e 4) manter a rotina de hábitos alimentares ao longo de todo experimento. O programa de TR incluiu exercícios para membros superiores, tronco e membros inferiores. O GEC realizou o mesmo programa de treinamento durante todas as sessões ao longo das nove semanas. Os exercícios foram realizados na seguinte ordem: supino no banco horizontal, puxada frente, rosca direta, tríceps no *pulley*, *leg press* 45° e mesa flexora. O GEV realizou diferentes exercícios para o mesmo grupo muscular em distintas sessões ao longo de um microciclo (i.e., uma semana). Na sessão 1 da semana (segundas-feiras), este grupo realizava os mesmos exercícios do GEC. Na sessão 2 (quartas-feiras), os exercícios foram realizados na seguinte ordem: supino no banco inclinado, puxada por trás da cabeça, rosca no banco inclinado, tríceps *pulley* com os ombros fletidos (francês), agachamento na barra guiada e cadeira flexora. Por fim, na sessão 3 (sextas-feiras), a ordem foi: supino no banco declinado, puxada fechada, rosca *scott pulley*, tríceps *pulley* com os ombros estendidos (coice), *hack machine* e cadeira flexora unilateral. Todos os participantes realizaram três séries de 8-12 repetições com intervalo de 90 a 120-s entre as séries e exercícios (**Quadro 1**). Os participantes foram instruídos a manter uma razão 1:2 para as ações musculares concêntrica e excêntrica, respectivamente (PADILHA et al., 2015). O ajuste de intensidade de carga de cada exercício foi realizado quando o limite superior (i.e., 12 repetições) foi atingido nas três séries da mesma sessão de treino. A intensidade de carga foi aumentada para a próxima sessão de treinamento na ordem de 2-5% para membros superiores e de 5-10% para membros inferiores. Essas recomendações estão de acordo com as orientações do *American College of Sports Medicine* (2002).

**Quadro 1** - Programa de exercícios de TR realizado a cada sessão semanal para ambos os grupos (GEC vs. GEV)

	GEC	GEV
Segunda-feira	Supino no banco horizontal Puxada frente Rosca direta Tríceps <i>pulley</i> <i>Leg press</i> 45° Mesa flexora	Supino no banco horizontal Puxada frente Rosca direta Tríceps <i>pulley</i> <i>Leg press</i> 45° Mesa flexora
Quarta-feira	Supino no banco horizontal Puxada frente Rosca direta Tríceps <i>pulley</i> <i>Leg press</i> 45° Mesa flexora	Supino no banco inclinado Puxada por trás da cabeça Rosca no banco inclinado Tríceps francês <i>pulley</i> Agachamento barra guiada Cadeira flexora
Sexta-feira	Supino no banco horizontal Puxada frente Rosca direta Tríceps <i>pulley</i> <i>Leg press</i> 45° Mesa flexora	Supino no banco declinado Puxada fechada Rosca <i>scott pulley</i> Tríceps coice <i>pulley</i> <i>Hack machine</i> Cadeira flexora unilateral
<i>Nota:</i> GEC = grupo de exercícios constantes; GEV = grupo de exercícios variados.		

### Força muscular

A força muscular máxima dinâmica foi determinada por meio de testes de 1RM nos exercícios supino no banco horizontal, *leg press* 45° e rosca direta. Antes do início do teste, os participantes foram submetidos a uma série de aquecimento (6-10 repetições) com intensidade de aproximadamente 50% de 1RM da intensidade de carga que foi utilizada na primeira das três tentativas do teste. A primeira tentativa ocorreu dois minutos após o aquecimento. Em todas as tentativas, os participantes foram instruídos a tentar realizar duas repetições. Caso conseguissem completar uma ou duas repetições, a intensidade de carga da próxima tentativa foi aumentada entre 3-10%. Se a primeira tentativa não fosse realizada, a intensidade de carga utilizada foi diminuída entre 3-10% (RITTI-DIAS et al., 2005). Os mesmos procedimentos foram utilizados para execução da terceira tentativa. O intervalo foi de três a cinco minutos entre as tentativas e de cinco minutos entre os exercícios. (RITTI-DIAS et al., 2005) Para o registro de 1RM foi considerada a maior intensidade de carga levantada nas três tentativas de um exercício em que o participante fosse capaz de realizar, apenas uma repetição completa (NASCIMENTO et al., 2013). As sessões de testes de 1RM foram realizadas em dias não

consecutivos, com intervalo de 48h entre elas. Os mesmos procedimentos foram utilizados durante todas as avaliações. Para garantir a reprodutibilidade do teste, o mesmo avaliador foi utilizado em cada exercício para todas as avaliações. Além disso, dois pesquisadores experientes no TR supervisionaram todas as sessões de testes para garantir a segurança dos sujeitos. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi utilizado para determinar a reprodutibilidade teste re-teste, bem como o coeficiente de variação (CV): supino no banco horizontal (CCI = 0,99, IC 95% = 0,85 a 1,00; CV = 1,0%), *leg press* 45° (CCI = 0,98 IC 95% = 0,61 a 0,99; CV = 3,7%) e rosca direta (CCI = 0,99, IC 95% = 0,38 a 1,00; CV = 1,9%).

### **Espessura muscular**

As análises da espessura muscular foram realizadas por meio de um aparelho de ultrassom B-mode (Ultrassom, GE Healthcare, modelo Logiq P5, EUA) com uma sonda de matriz linear eletrônica de frequência de onda de 7,5 MHz. Um gel à base de água foi usado para promover o contato acústico entre a pele e o transdutor, colocado perpendicular à interface do tecido, sem comprimir a pele. Quando a qualidade da imagem foi satisfatória, o avaliador salvou em um disco rígido e obteve as dimensões da espessura muscular. A espessura muscular foi considerada como a distância entre as interfaces do tecido muscular, da gordura subcutânea e do tecido ósseo (SCHOENFELD; CONTRERAS; OGBORN; et al., 2016). Todas as aquisições de imagens de ultrassom foram realizadas por um único avaliador, considerado experiente para este tipo de avaliação. As medidas foram realizadas no lado direito do corpo, nas regiões da coxa lateral (i.e., vasto lateral e vasto intermédio), flexores do cotovelo (i.e., braquial e bíceps braquial) e extensores do cotovelo (i.e., tríceps braquial), em três diferentes porções determinadas como porção proximal (PP), média (PM) e distal (PD). Essas porções foram definidas como 30%, 50% e 70% do comprimento da coxa, que foi determinado pela distância entre o trocânter maior do fêmur e a base superior da patela (MANGINE et al., 2018). Para os membros superiores, as porções foram determinadas por 50%, 60% e 70% do comprimento do braço que foi medido pela distância entre a crista posterior do acrômio e o olecrano (MATTA et al., 2011). Os CCI's foram: coxa lateral PP (CCI = 0,99 IC 95% = 0,98 a 1,00; CV = 1,0%), PM (CCI = 0,99 IC 95% = 0,99 a 1,00; CV = 0,5%) e PD (CCI = 0,99 IC 95% = 0,86 a 1,00; CV = 0,8%); flexores do cotovelo PP (CCI = 0,97 IC 95% = 0,84 a 0,99; CV = 2,6%), PM (CCI = 0,99 IC 95% = 0,96 a 0,99; CV = 2,0%) e PD (CCI = 0,97 IC 95% = 0,79 a 0,99; CV = 2,3%); extensores do cotovelo PP (CCI = 0,99 IC 95% = 0,92 a 1,00; CV =

1,0%), PM (CCI = 0,99 IC 95% = 0,96 a 0,99; CV = 1,0%) e PD (CCI = 0,99 IC 95% = 0,96 a 0,99; CV = 1,0%).

### **Antropometria**

A massa corporal foi determinada por meio de uma balança eletrônica portátil (Filizola, modelo ID 110, BR), com resolução de 0,1 kg, com os participantes utilizando roupas leves e sem calçados. A estatura foi obtida em estadiômetro, com resolução de 0,1 cm, com os participantes descalços. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela razão entre a massa corporal (kg) e o quadrado da estatura (m).

### **Composição corporal**

Exames de absorptometria radiológica de dupla energia (Lunar Prodigy, modelo NRL 41990, GE Lunar, Madison, EUA) foram utilizados para a estimativa do tecido gordo total e tecido magro total. Antes dos exames, os participantes foram instruídos a remover todos os objetos de metal. O escâner foi realizado com os sujeitos em decúbito dorsal ao longo da mesa. Os pés foram fixados por faixas elásticas para evitar qualquer movimento durante o exame, enquanto as mãos foram posicionadas de forma pronada dentro da área demarcada. Tanto a calibração quanto as análises foram realizadas por um técnico especializado em radiologia. A calibração seguiu as recomendações do fabricante. O software (Lunar Prodigy DXA System v.9.3, Madison, WI, EUA) gerou linhas que separaram o tronco dos membros e da cabeça e que foram ajustadas pelo mesmo técnico (DOS SANTOS et al., 2016).

### **Hábitos alimentares**

Os participantes foram instruídos por um nutricionista a completar o registo alimentar em três dias não consecutivos, sendo dois dias durante a semana (terça-feira e quinta-feira) e um dia do fim de semana (sábado), nos períodos pré e pós-experimento. Todos os participantes receberam instruções para preenchimento dos registros a partir da utilização de medidas caseiras. A ingestão de proteínas, carboidratos e lipídios, além da ingestão energética total foram calculadas por meio de um software de análise nutricional (*Avanutri Processor Nutrition*, versão 3.1.0, RJ, BR). Todos os participantes foram orientados a manter a rotina habitual da ingestão de alimentos ao longo de todo estudo.

## Tratamento estatístico

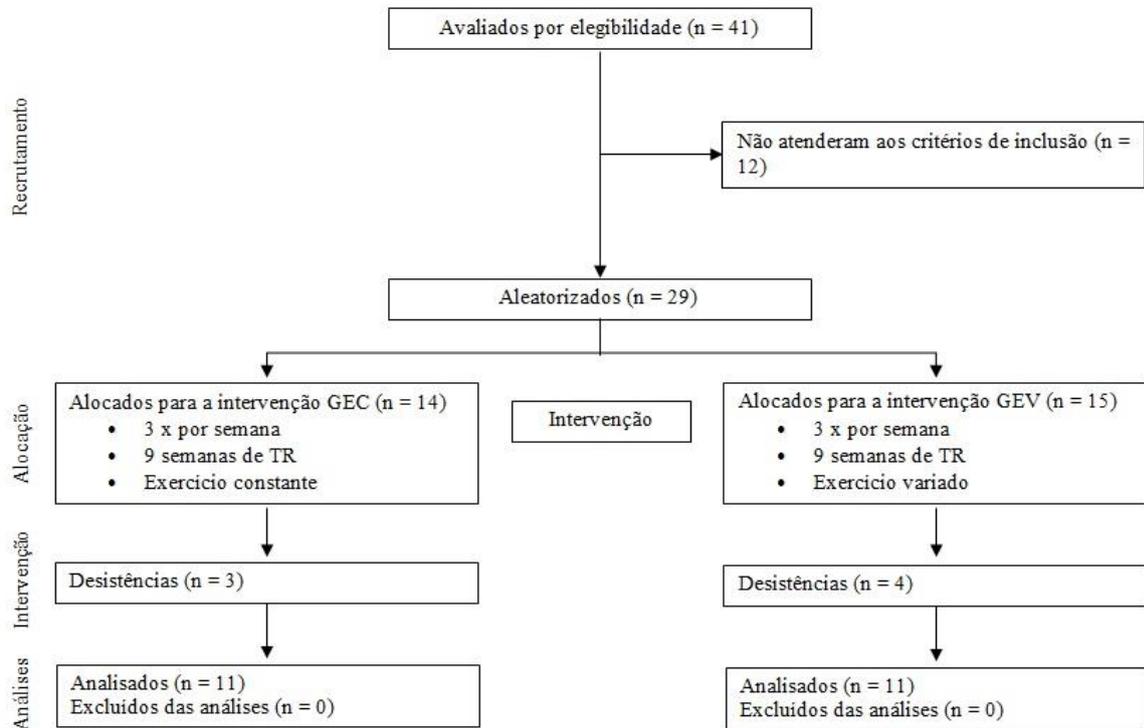
O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados. Para homogeneidade dos dados, foi empregado o teste de Levene. O teste de Machly foi utilizado para análise da esfericidade dos dados. Caso esse último pressuposto fosse violado, a correção de Greenhouse-Geisser foi adotada. Análise de variância de dois fatores (ANOVA *two-way*) para medidas repetidas foi utilizada para análise dos fatores grupo vs. tempo. O teste *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificar as diferenças significativas. O delta percentual ( $\Delta\%$ ) do pré para o pós-experimento foi calculado como:  $\Delta\% = ([\text{pós-pré}] / \text{pré}) * 100$  para análise do aumento relativo entre as porções. O tamanho do efeito (TE) dos efeitos foi analisado por meio do *Eta squared* da ANOVA. O TE intra-grupo foi calculado como (média pós-treinamento – média pré-treinamento / desvio padrão agrupado), considerando a seguinte classificação para sujeitos não treinados:  $d < 0,35 =$  trivial;  $0,35 \leq d < 0,8 =$  baixo tamanho do efeito,  $0,8 \leq d < 1,5 =$  tamanho do efeito moderado e,  $d \geq 1,5 =$  grande tamanho do efeito (RHEA, 2004). Todos os dados foram tratados no software SPSS 21.0. O nível de significância estatística adotado para todas as análises foi de 5%.

## RESULTADOS

O fluxograma do CONSORT com a representação esquemática e alocação dos participantes é apresentado na **Figura 2**. Um total de 22 participantes concluiu o experimento ( $23,2 \pm 4,1$  anos;  $80,2 \pm 14,8$  kg;  $1,7 \pm 0,0$  m;  $26,0 \pm 4,0$  kg/m<sup>2</sup>) e foram incluídos nas análises. Os motivos das desistências foram: problemas de saúde (4), aderência < 80% das sessões de treinamento (1), ausência na avaliação pós-experimento (1) e razões pessoais (1).

As características antropométricas e de aptidão muscular dos participantes na linha de base estão apresentadas na **Tabela 1**. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para nenhuma das variáveis analisadas.

**Figura 2 - Fluxograma do CONSORT do estudo**



**Tabela 1** - Características gerais dos grupos pré-treinamento. Dados apresentados em média e desvio padrão

	<b>GEC (n = 11)</b>	<b>GEV (n = 11)</b>	<b>P</b>
Idade (anos)	23,6 ± 6,4	22,9 ± 3,7	0,69
Massa corporal (kg)	83,7 ± 13,6	76,2 ± 15,3	0,24
Estatura (m)	1,7 ± 0,0	1,7 ± 0,0	0,07
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,1 ± 3,0	25,2 ± 4,9	0,62
1RM supino banco horizontal (kg)	58,0 ± 17,2	58,3 ± 13,8	0,96
1RM leg press 45° (kg)	253,6 ± 77,4	232,0 ± 77,1	0,45
1RM rosca direta	33,3 ± 7,8	31,3 ± 7,2	0,47
Coxa lateral (PP) (mm)	43,5 ± 6,4	42,6 ± 6,0	0,75
Coxa lateral (PM) (mm)	50,4 ± 4,1	51,2 ± 6,8	0,76
Coxa lateral (PD) (mm)	48,4 ± 4,7	46,6 ± 6,2	0,44
Flexores do cotovelo (PP) (mm)	28,6 ± 2,9	26,2 ± 4,5	0,16
Flexores do cotovelo (PM) (mm)	31,0 ± 2,3	29,6 ± 4,7	0,38
Flexores do cotovelo (PD) (mm)	36,1 ± 2,8	33,5 ± 4,0	0,09
Extensores do cotovelo (PP) (mm)	33,7 ± 3,8	33,1 ± 4,8	0,77
Extensores do cotovelo (PM) (mm)	33,1 ± 3,6	31,8 ± 4,9	0,49
Extensores do cotovelo (PD) (mm)	28,0 ± 3,1	26,5 ± 4,0	0,31
Tecido gordo total (kg)	20,1 ± 7,4	16,5 ± 10,4	0,29
Tecido magro total (kg)	60,8 ± 6,9	57,8 ± 6,7	0,24

*Nota:* 1RM = uma repetição máxima, PM = porção média, GEC = grupo de exercícios constantes, GEV = grupo de exercícios variados.

### **Ingestão alimentar**

Nenhum efeito significativo para interação grupo vs. tempo ou grupo foi revelado para a quantidade de calorias consumidas ( $F = 0,002$ ;  $P = 0,96$ ;  $F = 0,654$ ;  $P = 0,43$ ; respectivamente). Contudo, efeito tempo ( $F = 7,496$ ;  $P = 0,01$ ) foi observado (GEC pré =  $1523,6 \pm 213,1$  kcal vs. pós =  $1723,8 \pm 198,5$  kcal; GEV pré =  $1651,8 \pm 404,2$  kcal vs. pós =  $1846,0 \pm 429,8$  kcal), sem diferença entre os grupos. No que diz respeito à ingestão de proteína, nenhum efeito para interação grupo vs. tempo foi observado ( $F = 0,011$ ;  $P = 0,91$ ), bem como grupo ( $F = 1,936$ ;  $P = 0,18$ ) e tempo ( $F = 0,028$ ;  $P = 0,87$ ).

## Força muscular

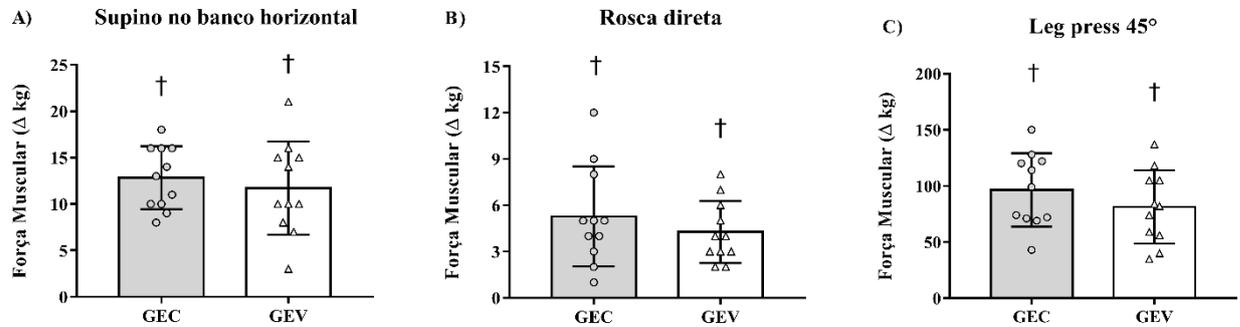
Alterações na força muscular entre o pré e pós-experimento, bem como os valores de  $F$  e  $P$ , para ambos os grupos estão apresentadas na **Tabela 2**. Nenhum efeito significativo para interação grupo vs. tempo ou grupo foi observado para os testes de 1RM ( $P > 0,05$ ). No entanto, efeito tempo ( $P < 0,001$ ) foi revelado, com ambos os grupos apresentando aumentos similares no pós-experimento (supino banco horizontal: GEC = +22,0%; ES = 0,53 [baixo] vs. GEV = +20,4%; ES = 0,50 [baixo]; *leg press* 45°: GEC = +40,1%; ES = 0,73 [baixo] vs. GEV = +45,0%; ES = 0,73 [baixo]; rosca direta: GEC = +17,5%; ES = 0,47 [baixo] vs. GEV = 14,4%, ES = 0,41 [baixo]). As alterações absolutas e individuais estão apresentadas na **Figura 3**.

**Tabela 2** - Força muscular de ambos os grupos. Os dados estão expressos como média e desvio padrão

	GEC (n = 11) Média ± DP	GEV (n = 11) Média ± DP	Efeitos			
			ANOVA	F	P	$\eta^2$
<b>1RM supino banco horizontal</b>			Grupo	0,19	0,66	0,009
Pré-experimento	60,9 ± 16,5	58,1 ± 15,0	Tempo	194,33	<0,001	0,90
Pós-experimento	73,7 ± 17,5*	70,2 ± 18,9*	Interação	0,16	0,68	0,008
<b>1RM leg press 45°</b>			Grupo	0,94	0,34	0,04
Pré-experimento	257,8 ± 84,8	230,8 ± 83,7	Tempo	179,24	<0,001	0,89
Pós-experimento	354,3 ± 100,6*	312,6 ± 75,3*	Interação	1,21	0,28	0,05
<b>1RM rosca direta</b>			Grupo	1,20	0,28	0,05
Pré-experimento	34,2 ± 8,4	31,3 ± 7,4	Tempo	75,67	<0,001	0,78
Pós-experimento	39,5 ± 7,4*	35,5 ± 7,2*	Interação	0,87	0,36	0,04

Nota: GEC = grupo de exercício constante, GEV = grupo de exercício variado, \*  $P < 0,05$  vs. pré-intervenção.

**Figura 3** - Diferenças absolutas na força muscular (pré para o pós-experimento) e comportamento individual dos sujeitos, de acordo com o grupo.



Nota. GEC = grupo de exercícios constantes, GEV = grupo de exercícios variados. †Efeito tempo significativo ( $P < 0,05$ ).

### Hipertrofia muscular

Os valores da espessura muscular pré e pós-experimento para ambos os grupos, nas três diferentes porções dos grupos musculares avaliados, bem como os valores de  $F$  e  $P$ , estão apresentados na **Tabela 3**. Nenhum efeito significativo para interação grupo vs. tempo ou grupo foram revelados para a hipertrofia muscular ( $P > 0,05$ ). Contudo, efeito tempo ( $P < 0,05$ ) foi observado em todas as porções dos músculos analisados, sem diferença entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa entre os grupos, os valores relativos apresentam comportamento distinto em algumas porções. Para coxa lateral, os aumentos na PP e PM foram similares entre os grupos (GEC = +3,0%; ES = 0,24 [trivial] vs. GEV = +3,3%; ES = 0,27 [trivial]; GEC = +9,4%; ES = 0,46 [baixo] vs. GEV = +7,0%; ES = 0,34 [trivial]; respectivamente), enquanto para PD, o GEV apresentou maiores ganhos percentuais (GEC = +2,6%; ES = 0,17 [trivial] vs. GEV = +7,3%; ES = 0,36 [baixo]). No que diz respeito à espessura dos flexores do cotovelo, o GEV apresentou maiores aumentos relativos em comparação ao GEC, em todas as porções (PP [GEC] = +10,5%; ES = 0,59 [baixo] vs. [GEV] = +18,2%; ES = 0,68 [baixo]; PM [GEC] = +9,5%; ES = 0,63 [baixo] vs. [GEV] = +13,0%; ES = 0,55 [baixo]; PD [GEC] = +8,3%; ES = 0,55 [baixo] vs. [GEV] = +12,5%; ES = 0,66 [baixo]). Para a espessura muscular dos extensores do cotovelo, a PM apresentou aumento similar entre os grupos (GEC = +13,3%; ES = 0,58 [baixo] vs. GEV = +14,3%; ES = 0,69 [baixo]), já para as demais porções (i.e., PP e PD), os ganhos relativos foram heterogêneos (GEC = +16,4%; ES = 0,68 [baixo] vs. GEV = +11,1%; ES = 0,55 [baixo]; GEC = +13,2%; ES

= 0,54 [baixo] vs. GEV = +19,6%; ES = 0,93 [moderado] respectivamente). As alterações absolutas e individuais estão apresentadas na **Figura 4**.

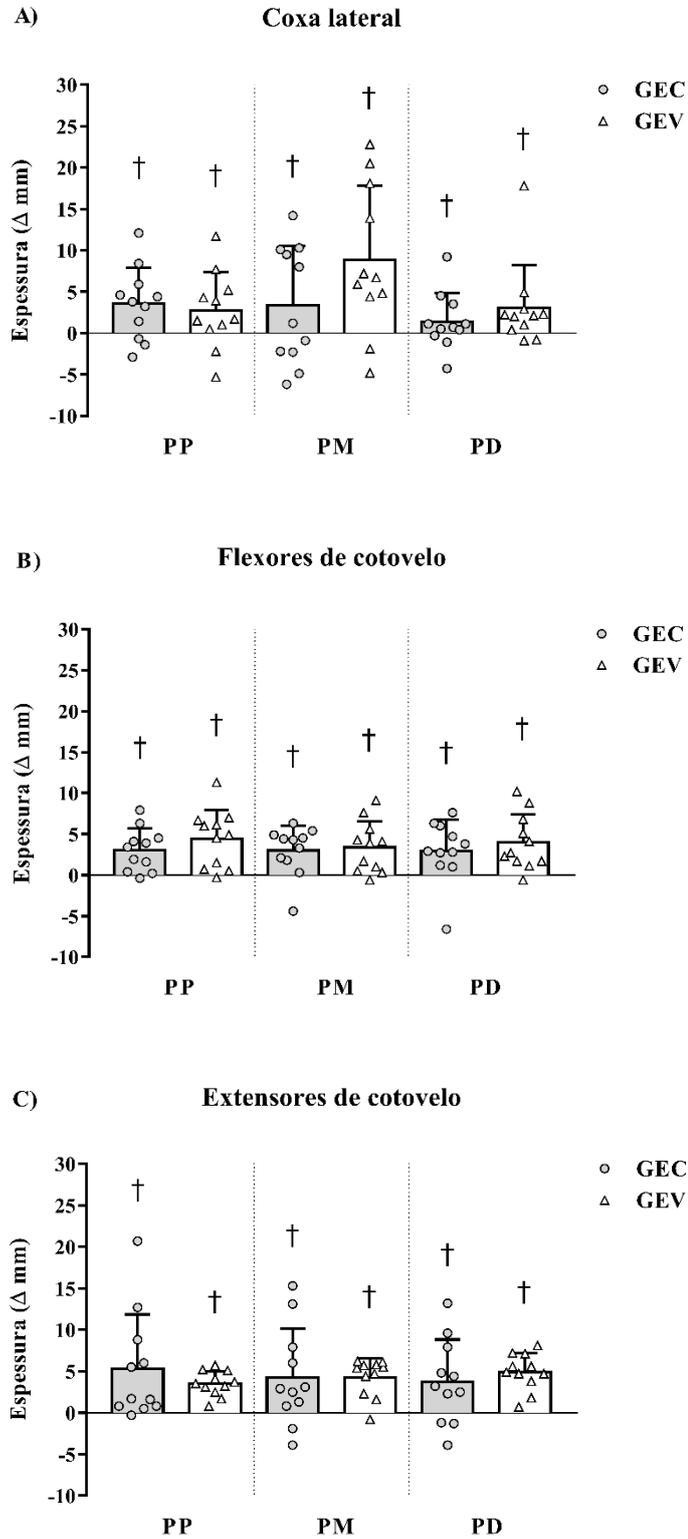
**Tabela 3** - Espessura muscular de ambos os grupos. Os dados estão expressos como média e desvio padrão.

	<b>GEC (n = 11)</b> Média ± DP	<b>GEV (n = 11)</b> Média ± DP	<b>Efeitos</b>			
			<b>ANOVA</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta p^2</math></b>
<b>Coxa lateral (PP)</b>			Grupo	0,31	0,58	0,01
Pré-experimento	43,5 ± 6,4	42,6 ± 6,0	Tempo	10,56	0,004	0,34
Pós-experimento	47,0 ± 4,0*	45,4 ± 5,8*	Interação	0,17	0,68	0,009
<b>Coxa lateral (PM)</b>			Grupo	0,11	0,73	0,006
Pré-experimento	50,4 ± 4,1	51,2 ± 6,8	Tempo	9,76	0,005	0,32
Pós-experimento	51,9 ± 4,6*	52,8 ± 6,7*	Interação	0,02	0,87	0,001
<b>Coxa lateral (PD)</b>			Grupo	0,17	0,68	0,008
Pré-experimento	48,4 ± 4,7	46,6 ± 6,2	Tempo	5,71	0,02	0,22
Pós-experimento	49,8 ± 6,9*	49,7 ± 6,4*	Interação	0,81	0,37	0,03
<b>Flexores do cotovelo (PP)</b>			Grupo	0,93	0,34	0,04
Pré-experimento	28,6 ± 2,9	26,2 ± 4,5	Tempo	32,15	<0,001	0,61
Pós-experimento	31,7 ± 4,4*	30,7 ± 4,9*	Interação	1,07	0,31	0,05

<b>Flexores do cotovelo (PM)</b>			Grupo	0,59	0,45	0,02
Pré-experimento	31,0 ± 2,3	29,6 ± 4,7	Tempo	23,74	<0,001	0,54
Pós-experimento	34,0 ± 4,2*	33,0 ± 4,1*	Interação	0,10	0,75	0,005
<b>Flexores do cotovelo (PD)</b>			Grupo	1,88	0,18	0,08
Pré-experimento	36,1 ± 2,8	33,5 ± 4,0	Tempo	20,40	<0,001	0,50
Pós-experimento	39,0 ± 4,5*	37,4 ± 4,3*	Interação	0,46	0,50	0,02
<b>Extensores do cotovelo (PP)</b>			Grupo	0,57	0,45	0,02
Pré-experimento	33,7 ± 3,8	33,1 ± 4,8	Tempo	19,22	<0,001	0,49
Pós-experimento	39,0 ± 6,8*	36,6 ± 4,2*	Interação	0,82	0,37	0,04
<b>Extensores do cotovelo (PM)</b>			Grupo	0,48	0,49	0,02
Pré-experimento	33,1 ± 3,6	31,8 ± 4,9	Tempo	20,13	<0,001	0,50
Pós-experimento	37,4 ± 6,5*	36,1 ± 3,8*	Interação	0,00	0,99	<0,001
<b>Extensores do cotovelo (PD)</b>			Grupo	0,34	0,56	0,01
Pré-experimento	28,0 ± 3,1	26,5 ± 4,0	Tempo	27,33	<0,001	0,57
Pós-experimento	31,8 ± 6,3*	31,4 ± 3,4*	Interação	0,48	0,49	0,02

*Nota:* GEC = grupo de exercício constante, GEV = grupo de exercício variado, PP = porção proximal, PM = porção média, PD = porção distal, \*  $P < 0,05$  vs. pré-intervenção.

**Figura 4** - Diferenças absolutas na espessura muscular (pré para o pós-experimento) e comportamento individual dos sujeitos nas diferentes porções dos grupos musculares, de acordo com o grupo.



*Nota.* GEC = grupo de exercícios constantes, GEV = grupo de exercícios variados; PP = porção proximal, PM = porção média, PD = porção distal. †Efeito tempo ( $P < 0.05$ ).

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da variação do exercício no TR sobre a força e hipertrofia muscular regional em homens jovens destreinados. O principal achado deste estudo foi que o TR realizado com estratégia de variar o exercício dentro de um microciclo (i.e., uma semana) não apresentou superioridade à rotina de exercícios constantes para promover adaptações na força e hipertrofia muscular em diferentes porções de um músculo em homens jovens destreinados com experiência prévia nesse modo de exercício. Considerando esses resultados, nossa hipótese inicial foi refutada, uma vez que os aumentos foram similares para ambos os grupos, em todas as variáveis analisadas.

No que diz respeito às alterações na força muscular, diversos estudos têm demonstrado relação de dose-resposta com a intensidade de carga (SCHOENFELD et al., 2016; SCHOENFELD et al., 2015). Considerando que esta variável desempenha papel fundamental no aumento da força muscular, a similaridade encontrada entre os grupos, pode ter sido pelo fato de ambos terem treinado na mesma zona de intensidade (i.e., 8-12 repetições) ao longo de toda a intervenção. É importante destacar que, embora o GEC tenha realizado os exercícios propostos no teste de 1RM em uma frequência maior que o GEV, o que poderia acarretar efeito de aprendizagem ao exercício e maiores aumentos nos testes de 1RM, os mesmos valores foram vistos no GEV. Mais uma vez confirmando a importância da intensidade de carga sobre os ganhos de força.

Devido à falta de investigações com delineamentos similares ao presente estudo, fica restrita qualquer comparação direta com estudos prévios. No entanto, Fonseca et al. (2014) investigaram o efeito da variação do exercício e/ou da intensidade de carga na força e hipertrofia muscular em homens jovens destreinados. Os resultados mostraram que o grupo que manteve a intensidade e variou os exercícios ao longo de 12 semanas, apresentou ganhos adicionais na força muscular. A falta de similaridade dos resultados de Fonseca et al. (2014) e os achados da presente investigação pode ser explicada pela diferença das estratégias de TR empregadas. A variação do exercício de TR no estudo supracitado (FONSECA et al., 2014) foi empregada dentro da mesma sessão de treinamento, ao passo que a da presente investigação foi realizada dentro de um microciclo. Além disso, o período da intervenção foi diferente entre os estudos

(i.e., 12 semanas vs. 9 semanas). Por fim, o exercício utilizado para avaliação de força máxima dinâmica também diferiu entre as investigações (Agachamento vs. *leg press* 45°).

No que diz respeito à espessura muscular, a presente investigação mostrou que todas as porções aumentaram significativamente e similarmente em ambos os grupos experimentais do pré para o pós-experimento. Assim, os achados do presente estudo não suportam a hipótese que a variação do exercício é determinante para o aumento da hipertrofia muscular. A respeito disso, parece que quando o volume (i.e., número de séries) é equalizado, os ganhos hipertróficos são similares (SCHOENFELD et al., 2016; SCHOENFELD et al., 2015). Considerando que ambos os grupos realizaram nove séries semanais por grupo muscular, em um intervalo de repetições entre 8 e 12, podemos afirmar que as alterações apresentaram o mesmo comportamento ao longo do tempo devido a manipulação do volume.

É importante destacar que os estudos que analisaram diferentes manipulações de variáveis (e.g., frequência semanal, 3 vezes vs. 6 vezes) (SARIC et al., 2018) e estratégias de TR (e.g., treinar o corpo todo ou dividido por grupo muscular) (SCHOENFELD et al., 2015) que adotaram variar os exercícios para o mesmo grupo muscular dentro do microciclo do programa de TR, apresentaram achados similares aos da presente investigação. As adaptações neuromusculares e morfológicas foram semelhantes quando os grupos foram submetidos à mesma zona de intensidade de carga e séries por semana. Nesse sentido, podemos afirmar que os ganhos adicionais da hipertrofia muscular estão mais relacionados ao volume de TR adotado (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017).

Embora as alterações na espessura muscular não tenham sido estatisticamente diferentes entre os grupos, os aumentos percentuais foram mais favoráveis ao grupo que variou o exercício, na maioria das porções da coxa lateral, em todas as porções dos flexores do cotovelo e na PD dos extensores do cotovelo (Ver **Tabela 3** e **Figura 4**). Esses achados sugerem que variar o exercício dentro de um microciclo em um programa de TR pode acarretar respostas heterogêneas nas diferentes porções de um grupo muscular. Nesse sentido, Fonseca et al. (2014) mostraram que apenas os grupos que variaram o exercício dentro da mesma sessão de TR, hipertrofiaram significativamente todas os ventres do quadríceps. Ou seja, o padrão hipertrófico parece ser diferente entre os ventres ou entre as porções de um mesmo músculo quando a escolha do exercício muda dentro da sessão ou de um microciclo, respectivamente.

No que diz respeito à hipertrofia regional, os grupos musculares demonstraram aumentos relativamente distintos nas diferentes porções. Os aumentos percentuais da coxa lateral apresentaram um comportamento de heterogeneidade em ambos os grupos, com maior diferença na PD quando comparados o GEC e GEV. Por outro lado, os flexores do cotovelo

apresentaram comportamento mais homogêneo nas alterações relativas da espessura muscular entre as porções para o GEC, enquanto no GEV, a PP aumentou mais do que as demais. O GEC apresentou aumentos de 10,5%; 9,5% e 8,3%, ao passo que o GEV revelou aumentos de 18,2%; 13,0% e 12,5% nas PP, PM e PD, respectivamente. O comportamento mais homogêneo visto nos flexores do cotovelo se repetiu nos extensores. Enquanto o GEC aumentou similarmente entre as porções, o GEV apresentou maiores alterações na PD. Desse modo, podemos concluir que o comportamento hipertrófico em diferentes regiões é mais influenciado pelo músculo (i.e., músculo-dependente) (EMA et al., 2013; MANGINE et al., 2018) do que pela estratégia de variar os exercícios. Esses achados refutam nossa hipótese inicial de que o GEV apresentaria um padrão hipertrófico menos heterogêneo.

Sobre a hipertrofia regional, Wakahara et al. (2012) e (2013) conduziram dois estudos, com objetivo de analisar a ativação muscular de dois exercícios, com diferentes padrões de movimento para o tríceps braquial e a influência desta ativação sobre as respostas crônicas de hipertrofia muscular, por meio da utilização da ressonância magnética. Os resultados indicaram que, apesar dos exercícios serem diferentes, a ativação foi vista na mesma porção (i.e., porção média), com maiores ganhos hipertróficos vistos para esta região. Adicionalmente, Ema et al. (2013) analisaram o comportamento hipertrófico do quadríceps frente ao TR e revelaram que a PD do vasto lateral apresentou maiores ganhos quando comparada às demais. Diante do exposto, a diferença na disposição das fibras musculares (e.g., penada ou fusiforme) e na arquitetura muscular (e.g., ângulo de penação e fascículo muscular) pode ser um possível mecanismo para explicar essa heterogeneidade na hipertrofia muscular de diferentes grupos (KAWAKAMI, 2005).

De nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que analisou o efeito da variação do exercício no TR dentro de um microciclo (i.e., uma semana) sobre as respostas de força e hipertrofia muscular nos membros superiores e inferiores em homens jovens destreinados. Um dos pontos fortes da nossa investigação foi a utilização do ultrassom para avaliação da espessura muscular. Este instrumento apresenta alta validade e reprodutibilidade em comparação à ressonância magnética, considerada padrão ouro (CCI = 0.99 e 0.99, respectivamente). A análise desta variável foi realizada em mais de um ponto do mesmo grupo muscular, o que permite a avaliação da hipertrofia regional. Além disso, todos os voluntários foram supervisionados individualmente em todas as sessões de treinamento por profissionais com experiência em TR. Por fim, a ingestão dietética foi avaliada com o objetivo de minimizar má interpretações dos resultados, uma vez que o consumo proteico influencia nos ganhos de massa muscular.

Apesar de nosso estudo apresentar pontos fortes, nossos dados devem ser analisados com cautela. Primeiramente, os resultados são específicos para adultos jovens do sexo masculino e que já tenham tido experiência prévia com TR, não podendo ser extrapolado para outras populações. Além disso, o nível de atividade física durante o estudo não foi controlado. Assim, não foi possível determinar se os resultados obtidos sofreram influência deste fator. No entanto, todos os participantes foram instruídos a não se inserir em nenhum outro tipo de exercício físico sistemático durante todo período da intervenção. Ademais, estudos futuros são requeridos para analisar se os demais componentes da arquitetura muscular são influenciados por uma rotina de TR, adotando a estratégia de variação do exercício, de modo a explicar possíveis comportamentos por meio de mecanismos.

### **Aplicações práticas**

Nossos achados sugerem que variar exercício para o mesmo grupo muscular dentro de um microciclo não resulta em ganhos adicionais da força e hipertrofia muscular. Contudo, apesar das alterações não terem sido significativas entre os grupos, cabe ressaltar que o grupo que variou os exercícios apresentou maiores aumentos relativos em algumas porções dos grupos musculares avaliados.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A investigação foi conduzida com a premissa de analisar o comportamento da força e hipertrofia muscular, ao longo de 9 semanas de TR, frente a duas diferentes estratégias (i.e., rotina de exercícios constantes vs. rotina de exercícios variados) dentro de um microciclo. Verificamos que o grupo que foi submetido à variação do exercício não obteve ganhos adicionais na força e hipertrofia muscular, bem como não apresentou um padrão hipertrófico menos heterogêneo em indivíduos destreinados quando comparados aos indivíduos que mantiveram os exercícios constantes. Esses achados podem ser explicados, em parte, devido ao fato de ambos os grupos terem experienciado as mesmas zonas de intensidade de carga (i.e., 8-12 repetições) e volume (i.e., número de séries por semana) ao longo do programa de TR. No entanto, é importante destacar que os aumentos relativos da hipertrofia muscular da maioria das porções dos músculos avaliados foram maiores para o GEV. Por fim, nossos resultados sugeriram que o comportamento hipertrófico menos heterogêneo pode estar mais relacionado ao grupo muscular do que a estratégia empregada no TR.

## REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **Journal Physiology**, v. 534, n. 2, p. 613–623, 2001.
- AAGAARD, P. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, p. 1318–1326, 2002a.
- AAGAARD, P. et al. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, p. 2309–2318, 2002b.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.
- ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 2, p. 359-369, 2017.
- BLOOMQUIST, K. et al. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 8, p. 2133-2142, 2013.
- CAGNIE, B. et al. Muscle functional MRI as an imaging tool to evaluate muscle activity. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 41, n. 11, p. 896-903, 2011.
- DOS SANTOS, L. et al. Changes in phase angle and body composition induced by resistance training in older women. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 12, p. 1408-1413, 2016.
- DRUMMOND, M. D. et al. Effect of strength training on regional hypertrophy of the elbow flexor muscles. **Muscle & Nerve**, v. 54, n. 4, p. 750-755, 2016.
- EBBEN, W. P. et al. Muscle activation during lower body resistance training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 1-8, 2009.
- EMA, R. et al. Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. **European Journal Applied Physiology**, v. 113, n. 11, p. 2691-2703, 2013.
- FONSECA, R. M. et al. Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3085–3092, 2014.
- FORTES, L. S. et al. Body dissatisfaction in adolescents: a longitudinal study. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 40, n. 5, p. 167-171, 2013.
- HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Biomechanical basis of human movement**. 2 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- IKEZOE, T. et al. Effects of low-load, higher-repetition versus high-load, lower-repetition resistance training not performed to failure on muscle strength, mass, and echo intensity in healthy young men: a time-course study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 12, p. 3439–3445, 2020.
- KAWAKAMI, Y. The effects strength training on muscle architecture in humans. **International Journal of Sport and Health Science**, v. 3, p. 208-217, 2005.

- KRAEMER, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.
- MANGINE, G. T. et al. Resistance training does not induce uniform adaptations to quadriceps. **PLoS One**, v. 13, n. 8, p. e0198304, 2018.
- MARTORELLI, S. et al. Strength training with repetitions to failure does not provide additional strength and muscle hypertrophy gains in young women. **European Journal of Translational Myology**, v. 27, n. 2, p. 113-120, 2017.
- MATTA, T. et al. Strength training's chronic effects on muscle architecture parameters of different arm sites. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, p. 1711–1717, 2011.
- MINTEM, G. C.; GIGANTE, D. P.; HORTA, B. L. Change in body weight and body image in young adults: a longitudinal study. **BMC Public Health**, v. 15, p. 222, 2015.
- MORTON, R. W. et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 121, p. 129–138, 2016.
- NASCIMENTO, M. A. et al. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1636–1642, 2013.
- PADILHA, C. S. et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. **Age (Dordr)**, v. 37, n. 5, p. 104, 2015.
- PLOUTZ, L. L. et al. Effect of resistance training on muscle use during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 76, n. 4, p. 1675-1681, 1994.
- RATAMESS, N. A. et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.
- RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 918-920, 2004.
- RIBEIRO, A. S. et al. Effects of different resistance training systems on muscular strength and hypertrophy in resistance-trained older women. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 32, n. 2, p. 545–553, 2018.
- RITTI-DIAS, R. M. et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p. 34-38, 2005.
- SARIC, J. et al. Resistance training frequencies of 3 and 6 times per week produce similar muscular adaptations in resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 33, n. 7S, p. S122–S129, 2018.
- SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 24, n. 10, p. 2857–2872, 2010.
- SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of varied versus constant loading zones on muscular adaptations in trained men. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 6, p. 442-447, 2016.

SCHOENFELD, B. J. et al. Differential Effects of Heavy versus Moderate Loads on Measures of Strength and Hypertrophy in Resistance-trained men. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 15, p. 715-722, 2016.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Science**, v. 35, n. 11, p. 1073-1082, 2017.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of low- vs. high-Load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2954-2963, 2015.

SCHOENFELD, B. J. et al. Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 30, n. 7, p. 1805-1812, 2016.

SCHOENFELD, B. J. et al. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 29, n. 7, p. 1821-1829, 2015.

SIGNORILE, J. F.; ZINK, A. J.; SZWED, S. P. A comparative electromyographical investigation of muscle utilization patterns using various hand positions during the lat pull-down. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 16, n. 4, p. 539-546, 2002.

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

STEFANAKI, D. G. A.; DZULKARNAIN, A.; GRAY, S. R. Comparing the effects of low and high load resistance exercise to failure on adaptive responses to resistance exercise in young women. **Journal of Sports Science**, v. 37, n. 12, p. 1375-1380, 2019.

STEPHEN, E. M. et al. Prevalence and correlates of unhealthy weight control behaviors: findings from the national longitudinal study of adolescent health. **Journal of Eating Disorders**, v. 2, n. 16, p. 1-9, 2014.

STREETER, V. M.; MILHAUSEN, R. R.; BUCHHOLZ, A. C. Body image, body mass index, and body composition in young adults. **Canadian Journal of Dietetic Practice and Research**, v. 73, n. 2, p. 78-83, 2012.

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

VARTANIAN, L. R. et al. Early adversity, personal resources, body dissatisfaction, and disordered eating. **International Journal of Eating Disorders**, v. 47, n. 6, p. 620-629, 2014.

WACKERHAGE, H. et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 126, n. 1, p. 30-43, 2019.

WAKAHARA, T. et al. Nonuniform muscle hypertrophy: its relation to muscle activation in training session. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 11, p. 2158-2165, 2013.

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

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Federal de Pernambuco  
Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE  
CEP/ UFPE 50740-600 RECIFE- PE- BRASIL

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o Sr. para participar como voluntário da pesquisa “EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE FORÇA, HIPERTROFIA E ARQUITETURA MUSCULAR EM HOMENS TREINADOS”, a qual está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Bruna Daniella de Vasconcelos Costa, residente na Rua do Rio, 139-A - Mangabeira, Recife - CEP 52110-490, telefone (81) 99504-7010, email: daniellavascosta@hotmail.com

Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que você não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que você esteja bem esclarecido sobre tudo que está respondendo. Após serem elucidadas as informações e caso aceite fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, o Sr. não será penalizado de forma alguma. Também garantimos que o Sr. tenha o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: o objetivo do presente estudo é analisar o efeito da variação do exercício no TR sobre variáveis neuromusculares (força muscular), morfológicas (hipertrofia muscular) e arquitetura muscular (espessura, ângulo de penação e tamanho do fascículo muscular) em indivíduos com experiência em Treinamento resistido (TR). Trata-se de uma investigação científica, a ser desenvolvida com jovens adultos do sexo masculino com experiência em TR, porém que esteja, no mínimo três meses sem praticar..

Todos serão submetidos a 12 semanas de TR, com a frequência de 3 vezes semanais, em dias não consecutivos, totalizando 36 sessões. O período pré-experimental será composto por 6 visitas. A visita 1 será composta pela familiarização do teste de uma repetição máxima (1RM). Nas visitas 2 e 3, o teste de 1RM será replicado para garantir a reprodutibilidade. A visita 4 será composta por: avaliação antropométrica (peso, estatura, circunferência, perímetria e dobras cutâneas), Bioimpedância (saúde celular) e avaliação morfológica (análise da espessura arquitetura muscular). Na visita 5 será feita a avaliação da Composição corporal, por meio da Densitometria Radiológica de Dupla Energia (DXA), com escaneamento corporal total. E por último, na visita 6 será feita avaliação da força dinâmica e isométrica, por meio do Biodex. Em seguida, todos serão divididos em 2 grupos: Grupo de exercício constante (GEC) que realizará 3 séries de 8 a 12 repetições máximas (RM) apenas para os exercícios de Supino reto barra, Puxada aberta, Rosca direta, Tríceps *pulley*, *Leg press* 45° e Mesa flexora. Ao passo que o Grupo de exercício variado (GEV) realizará o mesmo número de séries e repetições, porém em dias alternados: Supino reto barra ou Supino inclinado ou Supino declinado, Puxada aberta ou Puxada fechada ou Puxada atrás da cabeça, Rosca direta ou Rosca *Scott* ou Rosca simultânea no banco inclinado, Tríceps *pulley* ou Tríceps francês na barra “U” ou Tríceps testa com barra, *Leg press* 45° ou Agachamento barra ou *Hack Machine* e Mesa Flexora ou Cadeira flexora ou Stiff. Ao final do período experimental, todos serão submetidos às reavaliações.

Os Srs. serão esclarecidos sobre o estudo em qualquer aspecto que desejarem e estarão livres para participarem ou se recusarem a participar. Poderão retirar seus consentimentos ou interromperem a participação a qualquer momento. Esta pesquisa possui riscos envolvendo seres humanos tais como: leve desconforto muscular, articular, tendíneo e/ou ligamentar na execução dos exercícios. Logo, poderão ocorrer riscos de atividades cotidianas. Com intuito de minimizar esses riscos, todos serão orientados a não realizarem nenhum tipo de atividade extenuante nos dias em que não ocorrerá o treinamento, visando diminuir estes desconfortos. Caso seja necessário, os pesquisadores serão responsáveis por todo procedimento de auxílio médico. A respeito dos benefícios, no que concerne em orientações e esclarecimento de dúvidas sobre qual estratégia de treino será melhor adotada, com o objetivo de otimizar os ganhos de força, hipertrofia e alterações arquitetônicas musculares. Em adição, o Sr. terá acesso a todos os seus resultados nas avaliações.

Os resultados do estudo poderão se tornar públicos diante de uma possível publicação em artigos científicos. No entanto, o pesquisador irá tratar a identidade do participante com padrões profissionais de sigilo. O nome dele ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

As informações desta pesquisa serão secretas e serão divulgadas apenas em eventos ou artigos científicos, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, ficarão arquivados em um computador, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de 5 anos. O senhor não pagará nada para participar desta pesquisa. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

---

Bruna Daniella de Vasconcelos Costa

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE FORÇA, HIPERTROFIA E ARQUITETURA MUSCULAR EM HOMENS TREINADOS”, como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento).

Local e Data: \_\_\_\_\_

**Assinatura do Participante:** \_\_\_\_\_

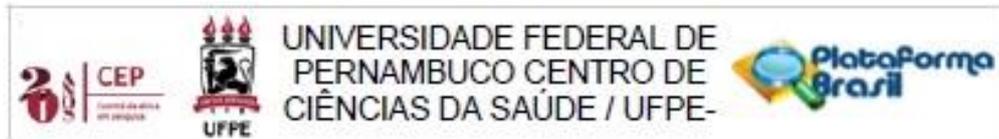
Testemunhas 1: Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Testemunhas 2: Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO DA VARIAÇÃO DO EXERCÍCIO NO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE FORÇA, HIPERTROFIA E ARQUITETURA MUSCULAR EM HOMENS TREINADOS

**Pesquisador:** Bruna Daniella de Vasconcelos Costa

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 80604117.2.0000.5208

**Instituição Proponente:** Pós-Graduação em Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

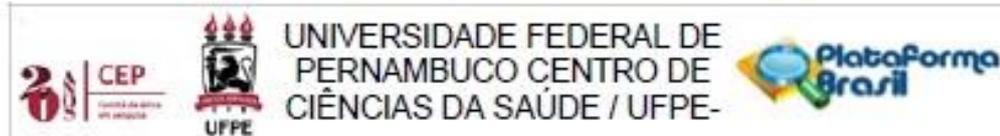
#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.489.604

#### **Apresentação do Projeto:**

Projeto de pesquisa intitulado "Efeito da variação do exercício no treinamento resistido sobre força, hipertrofia e arquitetura muscular em homens treinados", apresentado pela estudante Bruna Daniella de Vasconcelos Costa ao Programa de Pós graduação em Educação Física do Centro de Educação Física da UFPE; sob a orientação do Prof. Leonardo de Sousa Fortes. O projeto visa analisar o efeito de dois diferentes tipos de estratégias de treino [Exercício constante (GEC) versus Exercício variado (GEV)] sobre a força, hipertrofia e arquitetura muscular de homens treinados recrutados por meio de plataformas digitais e convites pessoais. A força máxima, a espessura e a arquitetura muscular serão mensuradas antes e após 8 semanas de treinamento resistido em 30 homens treinados. Os indivíduos serão divididos randomicamente em dois grupos: GEC e GEV. Será utilizada a ANOVA two-way (grupo x tempo) de medidas repetidas para analisar a interação grupo (GEC vs GEV) vs tempo (baseline vs pós-teste) para a força e espessura muscular e a MANOVA two-way (grupo x tempo x porções) de medidas repetidas para avaliar a interação grupo (GEC vs. GEV) vs. tempo (pré vs. pós-experimento) para a arquitetura muscular e a hipertrofia não-uniforme. Todos os dados serão tratados no software SPSS 21.0, adotando-se nível de significância de 5%. Os participantes serão submetidos a 8 semanas de TR, com a frequência de 3 vezes semanais, em dias não consecutivos, totalizando 24 sessões. A avaliação da espessura muscular será feita por meio de um aparelho de ultrassom B-mode (Ultrassom, GE Healthcare, modelo Logiq P5) com uma sonda de matriz linear eletrônica de frequência de onda de 7,5 MHz.

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.489.604

Todas as aquisições de imagens de ultrassom serão realizadas pelo mesmo avaliador.

**Objetivo da Pesquisa:**

**a. Objetivo Geral**

Analisar o efeito da variação do exercício na mesma sessão de treino sobre variáveis neuromusculares e morfológicas e arquitetura muscular em indivíduos com experiência em TR.

**b. Objetivos específicos**

- Comparar duas estratégias de treino (Exercício constante vs. Exercício variado) sobre as alterações no ângulo de penação muscular.
- Comparar duas estratégias de treino (Exercício constante vs. Exercício variado) sobre as alterações no fascículo muscular.
- Comparar duas estratégias de treino (Exercício constante vs. Exercício variado) sobre as alterações na espessura muscular.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Segundo a pesquisadora, esta pesquisa possui riscos envolvendo seres humanos tais como: leve desconforto muscular, articular, tendineo e/ou ligamentar na execução dos exercícios. Logo, poderão ocorrer riscos de atividades cotidianas. Com intuito de minimizar esses riscos, todos serão orientados a não realizarem nenhum tipo de atividade extenuante nos dias em que não ocorrerá o treinamento, visando diminuir estes desconfortos. Caso seja necessário, os pesquisadores serão responsáveis por todo procedimento de auxílio médico.

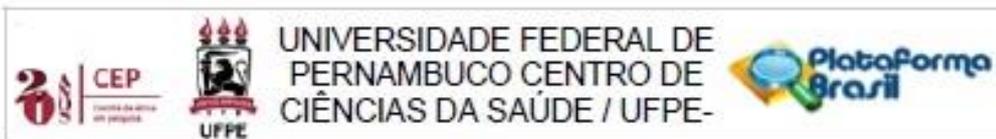
**b. Benefícios:**

Otimizar os ganhos de força, hipertrofia e alterações arquitetônicas musculares. Em adição, o participante terá acesso a todos os resultados das avaliações.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de um projeto inédito com visível relevância na área esportiva e médica. De acordo com o levantamento bibliográfico apresentado pelo estudante não há estudo do efeito da variação do exercício sobre as adaptações neuromusculares e características morfológicas dos membros superiores, considerando que os arranjos de fibras diferentes podem resultar em respostas

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600  
 UF: PE Município: RECIFE  
 Telefone: (81)2125-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer 2.492/04

disparos. Ainda segundo ele, poucas investigações analisaram as respostas hipertróficas uniformes e/ou heterogêneas, bem como as alterações arquitetônicas em diferentes porções de um músculo (Matta, Simão, de Salles, Spineti, & Oliveira, 2011; Drummond, 2016). O projeto está muito bem delineado, as partes técnico-científica se complementam de forma clara e precisa.

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

1. Carta de anuência – foi apresentada uma carta, assinada pela Diretor Técnico da UNIC (Centro de Beleza Ltda).
2. Folha de rosto – foi apresentada, assinada pelo Coordenador da Pós Graduação em Educação Física da UFPE.
3. Termo de Confidencialidade – foi apresentado.
4. Orçamento – o projeto demanda custos que estão discriminados no valor de R\$ 100,00 reais.
5. TCLE – foi apresentado corretamente.
6. Currículos – apresentados.

**Recomendações:**

Nenhuma

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

Nenhuma pendência. De acordo com as normas o projeto atende as exigências e recomendo aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

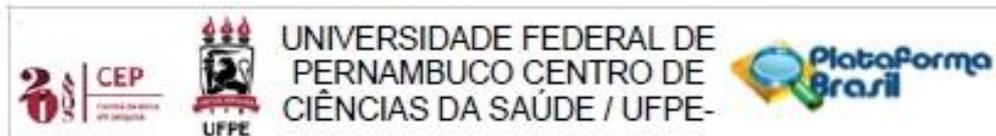
O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as Instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS N° 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600  
 UF: PE Município: RECIFE  
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: ceoccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.489.604

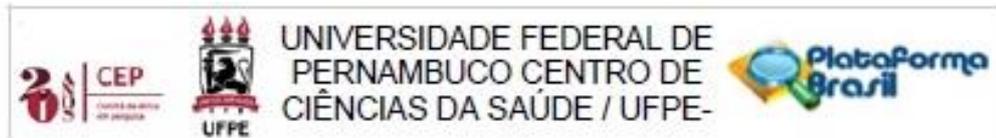
Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1044751.pdf	01/12/2017 12:01:40		Acelto
Outros	Vinculo.pdf	01/12/2017 12:01:19	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Folha de Rosto	Daniella_folha.pdf	01/12/2017 11:36:08	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Outros	Cartadeanuencia.pdf	30/11/2017 17:19:56	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Outros	TERMO_DE_CONFIDENCIALIDADE.docx	30/11/2017 17:16:44	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Outros	Curriculo_Lattes_Leonardo.pdf	30/11/2017 17:13:23	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Outros	Curriculo_Lattes_Gustavo.pdf	30/11/2017 17:13:01	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Outros	Curriculo_Lattes_Dani.pdf	30/11/2017 17:12:38	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Outros	Curriculo_Lattes_Amanda.pdf	30/11/2017 17:12:16	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	30/11/2017 17:11:34	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_completo.doc	30/11/2017 17:11:02	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Acelto

Situação do Parecer:

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600  
 UF: PE Município: RECIFE  
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.489/2016

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 07 de Fevereiro de 2016

---

Assinado por:  
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO  
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600  
UF: PE Município: RECIFE  
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br

**APÊNDICE B - BASE DE DADOS**

<https://drive.google.com/file/d/1HN-1RAkPKoefLAPvzjbk23DCaBkUZozE/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/10IlyZDw1nDtZn60nfVVAgAZedizz0NW-/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/1TkIeXr7dXgg19gg50Sg6Rjm-xXpfi5Yg/view?usp=sharing>

[https://drive.google.com/file/d/1pXTSXQ5HByOV\\_CimM2nMtSNRW3MO2pk0/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1pXTSXQ5HByOV_CimM2nMtSNRW3MO2pk0/view?usp=sharing)