



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA COMBINADO COM A  
SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS ANTIOXIDANTES NA FORÇA E  
ESPESSURA MUSCULAR: UM ESTUDO ALEATORIZADO E CONTROLADO**

MAURÍLIO TIRADENTES DUTRA

BRASÍLIA, 2018

MAURÍLIO TIRADENTES DUTRA

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA COMBINADO COM A  
SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS ANTIOXIDANTES NA FORÇA E  
ESPESSURA MUSCULAR: UM ESTUDO ALEATORIZADO E CONTROLADO**

Tese apresentada como requisito parcial para a  
obtenção do Título de Doutor em Educação Física  
pelo Programa de Pós-Graduação Em Educação  
Física da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro Marques

BRASÍLIA, 2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

IM455e Dutra, Maurílio  
Efeito do treinamento de força combinado com a  
suplementação de vitaminas antioxidantes na força e espessura  
muscular: um estudo aleatorizado e controlado / Maurílio  
Dutra; orientador Martim Bottaro. -- Brasília, 2018.  
72 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Educação Física) --  
Universidade de Brasília, 2018.

1. Treinamento de força. 2. Hipertrofia. 3.  
Antioxidantes. 4. Vitamina C. 5. Vitamina E. I. Bottaro,  
Martim, orient. II. Título.

MAURÍLIO TIRADENTES DUTRA

EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA COMBINADO COM A SUPLEMENTAÇÃO  
DE VITAMINAS ANTIOXIDANTES NA FORÇA E ESPESSURA MUSCULAR: UM  
ESTUDO ALEATORIZADO E CONTROLADO

Tese apresentada como requisito parcial para a  
obtenção do Título de Doutor em Educação  
Física pelo Programa de Pós-Graduação Em  
Educação Física da Universidade de Brasília.

Aprovado em: 09/03/2018

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro Marques  
(Presidente – FEF/UnB)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Júlia Aparecida Devidé Nogueira  
(Examinador Interno – FEF/UnB)

Prof. Dr. Rodrigo Souza Celes  
(Examinador Externo – Centro Universitário do Distrito Federal/UDF)

Prof. Dr. Rafael Deminice  
(Examinador Externo – Universidade Estadual de Londrina/UEL)

Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima  
(Examinador Suplente – FEF/UnB)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho àqueles sem os quais o mesmo não seria possível:

*À família que me recebeu neste mundo:*

*Antônio e Maria Aparecida, meus pais.  
Saenandoah (Tia Nanda) e Karina, queridas irmãs mais velhas.*

*À família que ajudei a construir nos últimos 11 anos:*

*Patrícia, minha querida esposa.  
Gabriela, João Pedro e Davi, filhos que me ensinam a cada dia sobre o Amor infinito.*

Amo vocês!!!

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Deus Pai, Filho e Espírito Santo, pelo dom da vida e por toda as bênçãos concedidas. À Ele toda honra e Glória!

Sou grato aos meus pais, Antônio Dutra e Maria Aparecida, pelo amor e dedicação aos filhos.

À minha querida esposa Patrícia, e maravilhosos filhos, Gabriela, João Pedro e Davi, por suportarem com amor o ônus inerente à inexorável sobrecarga de trabalho e divisão do tempo.

Às minhas irmãs, Saenandoah e Karina, pelo apoio e amizade, bem como aos amigos e familiares que, embora não citados, sempre farão parte da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Martim Bottaro, pelo suporte científico e pela orientação tranquila e repleta de boas ideias.

Aos Professores que contribuíram na fase de qualificação do Projeto, Dr. Márcio Rabelo Mota, Dr. Ricardo Jacó de Oliveira, Dr<sup>a</sup> Júlia Nogueira e Dr. Alessandro Silva.

Aos Professores que, gentilmente, aceitaram o convite para compor a banca examinadora, Dr<sup>a</sup> Júlia Nogueira, Dr. Rodrigo Celes, Dr. Rafael Deminice e Dr. Ricardo Lima.

Aos professores dos Programas de Pós-Graduação Stricto Senso em Educação Física e em Ciências da Saúde da UnB por contribuírem na minha formação durante a realização das disciplinas.

Agradeço também a todos os colegas do Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força da FEF/UnB que contribuíram direta ou indiretamente com a realização dessa pesquisa. Sem o apoio do grupo, teria sido muito mais difícil.

Aos amigos Sávio Álex e Alyson Silva, estudantes de Iniciação Científica cuja contribuição na coleta de dados foi essencial, e que também foram importantes na minha formação ao aceitarem minha colaboração na realização de seus projetos de IC.

Às nutricionistas que colaboraram voluntariamente com palestras, aplicação de recordatórios alimentares e análises dietéticas das participantes do estudo: Natália Sales e Gisele Silva.

Aos técnicos que contribuíram com a coleta de sangue das voluntárias: Érica, Flávia, Jaqueline e Renato.

Ao Laboratório Sabin, pelo apoio com as dosagens de Vitamina C e Vitamina E.

À farmácia de manipulação Farmacotécnica, por conceder desconto na compra das cápsulas de vitaminas/placebo.

À Faculdade de Educação Física da UnB, por oferecer a estrutura de treinamento e de coleta de dados, bem como servidores que deram suporte à execução do trabalho. Em especial, à técnica Flávia Santo, à Prof. Dr<sup>a</sup> Marisete Safons e ao Professor Dr. Lauro Vianna, coordenador da Pós.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Brasília, UniCEUB, pela celeridade e apoio durante a fase de avaliação ética do Projeto.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP/DF pelo suporte na realização de visita técnica a Universidade de Tampa, Tampa, Flórida, EUA.

Ao Professor Dr. Eduardo Souza e seus estudantes do *Department of Health Sciences and Human Performance* da Universidade de Tampa, por terem me recebido com atenção durante a visita técnica.

À Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, por me conceder licença remunerada para realização do Doutorado a partir de março de 2015. Em especial, aos colegas da Escola Técnica de Saúde de Planaltina, pelo incentivo e apoio.

E à todas as participantes do estudo, que ofereceram voluntariamente tempo e paciência.

*“Feliz o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento; porque melhor é o lucro que ela dá do que o da prata, e melhor a sua renda do que o ouro mais fino. ”*

*Provérbios 3. 13-14*

## RESUMO

**Introdução:** O treinamento de força (TF) é conhecido por promover adaptações que resultam em melhora do desempenho e em hipertrofia muscular. Argumenta-se que a suplementação antioxidante poderia potencializar as adaptações induzidas pelo TF pela neutralização do estresse oxidativo. Contudo, intervenções crônicas que tenham avaliado o efeito do TF combinado com a suplementação de antioxidantes são escassas. O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos do TF combinado com a suplementação de vitamina C e E sobre o desempenho e a espessura muscular de jovens universitárias. **Métodos:** Trata-se de um estudo aleatório, duplo-cego e controlado por placebo. Quarenta e duas mulheres não treinadas ( $23,8 \pm 2,7$  anos,  $58,7 \pm 11,0$  kg,  $1,63 \pm 0,1$  m) foram alocadas em três grupos: 1) vitaminas (GV, n = 15), 2) placebo (GP, n = 12) e 3) controle (GC, n = 15). As participantes dos grupos GV e GP foram submetidas a um programa periodizado de TF, duas vezes por semana, durante 10 semanas. O grupo GV suplementou com vitamina C (1g/dia) e E (400 UI/dia), enquanto o grupo GP consumiu pílulas placebo. Antes do início e após o período de treinamento, o pico de torque do joelho (PT) e o trabalho total (TT) foram medidos em um dinamômetro isocinético. A espessura muscular (EM) do quadríceps femoral foi avaliada por ultrassonografia. Os dados foram analisados por meio de Anova fatorial mista com correção de Bonferroni, adotando-se  $P \leq 0,05$ . **Resultados:** foi observada interação grupo \* tempo para o PT ( $F = 13,4$ ;  $P = 0,000$ ), TT ( $F = 6,0$ ;  $P = 0,005$ ) e EM ( $F = 4,0$ ;  $P = 0,03$ ). Tanto o GV ( $37,2 \pm 5,4$  vs  $40,3 \pm 5,6$  mm) quanto o GP ( $39,7 \pm 5,2$  vs  $42,5 \pm 5,6$  mm) aumentaram a EM após a intervenção ( $P < 0,05$ ), mas sem diferença entre os grupos. Além disso, tanto o GV ( $146,0 \pm 29,1$  vs  $170,1 \pm 30,3$  N.m) quanto o GP ( $158,9 \pm 22,4$  vs  $182,7 \pm 23,2$ ) aumentaram o PT após o treinamento ( $P < 0,05$ ). No entanto, foi observado um efeito grupo significativo ( $F = 5,2$ ;  $P = 0,01$ ), que mostrou que somente o GP apresentou melhora comparado ao GC ( $P = 0,01$ ). O mesmo padrão foi observado para o TT. Tanto o GV ( $2068,3 \pm 401,2$  vs  $2295,5 \pm 426,8$  J) quanto GP ( $2165,1 \pm 369,5$  vs  $2480,8 \pm 241,3$  J) aumentaram o TT após a intervenção ( $P < 0,05$ ). No entanto, um efeito grupo significativo ( $F = 5,1$ ;  $P = 0,01$ ) mostrou que somente o GP apresentou melhora comparado ao GC ( $P = 0,01$ ). **Conclusão:** a suplementação crônica de vitaminas antioxidantes pode interferir negativamente na melhora do desempenho muscular de mulheres destreinadas após TF por 10 semanas.

**Palavras chave:** treinamento de força, pico de torque, hipertrofia, antioxidantes, vitamina C, vitamina E

## ABSTRACT

**Introduction:** Strength training (ST) is widely known to promote acute and chronic adaptations that result in increased muscle performance and hypertrophy. It is argued that antioxidant supplementation could enhance performance adaptations induced by ST by neutralizing oxidative stress. However, chronic interventions analyzing the effect of ST combined with antioxidant vitamins are scarce. The purpose of this work was to investigate the effects of ST combined with vitamin C and E supplementation on muscle performance and thickness of college women. **Methods:** This was a double-blinded placebo-controlled randomized study. Forty-two untrained women ( $23.8 \pm 2.7$  years,  $58.7 \pm 11.0$  kg,  $1.63 \pm 0.1$  m) were allocated into three groups: 1) vitamins (VG,  $n=15$ ), 2) placebo (PG,  $n=12$ ) and 3) control (CG,  $n=15$ ). Participants of VG and PG underwent a periodized ST program, two-times a week, for 10 weeks. VG supplemented with vitamin C (1g/day) and E (400IU/day) while PG consumed placebo pills. Before the beginning and after the training period, knee extensor peak torque (PT) and total work (TW) were measured on an isokinetic dynamometer. Quadriceps *femoris* muscle thickness (MT) was assessed by ultrasound. Mixed Anova with Bonferroni adjustment was applied to analyze data. Significance was set at  $P \leq .05$ . **Results:** A significant group\*time interaction for PT ( $F = 13.4$ ,  $P = .000$ ), TW ( $F = 6.0$ ,  $P = .005$ ) and MT ( $F = 4.0$ ,  $P = .03$ ) was observed. Both VG ( $37.2 \pm 5.4$  vs  $40.3 \pm 5.6$  mm) and PG ( $39.7 \pm 5.2$  vs  $42.5 \pm 5.6$  mm) increased MT after the intervention ( $P < .05$ ) with no difference between groups. Also, both VG ( $146.0 \pm 29.1$  vs  $170.1 \pm 30.3$  N.m) and PG ( $158.9 \pm 22.4$  vs  $182.7 \pm 23.2$ ) increased PT after training ( $P < .05$ ). However, a significant group effect ( $F = 5.2$ ,  $P = .01$ ) showed that only PG presented a significant difference vs CG ( $P = .01$ ). The same pattern was observed for TW. Both VG ( $2068.3 \pm 401.2$  vs  $2295.5 \pm 426.8$  J) and PG ( $2165.1 \pm 369.5$  vs  $2480.8 \pm 241.3$  J) increased TW after the intervention ( $P < .05$ ). However, a significant group effect ( $F = 5.1$ ,  $P = .01$ ) showed that only PG presented a significant difference vs CG ( $P = .01$ ). **Conclusion:** Chronic antioxidant supplementation may negatively interfere with muscle performance improvement, in untrained young women after ST for 10 weeks.

**Key words:** Strength training, peak torque, hypertrophy, antioxidants, vitamin C, vitamin E

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Modelo do estado de equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes.....	19
Figura 2 - Mecanismos de produção de ERO no TF.....	24
Figura 3 - Visão geral do desenho experimental.....	30
Figura 4 - Fluxograma da alocação das voluntárias no estudo.....	31
Figura 5 - Exercícios de membros inferiores realizados durante o TF.....	33
Figura 6 - Aquisição da imagem no ultrassom e medida da EM.....	36
Figura 7 - Realização da avaliação no dinamômetro isocinético.....	37
Figura 8 - Volume total de treino em cada exercício de membro inferior.....	40
Figura 9 - Concentração de vitaminas antioxidantes nos dois momentos avaliados.....	40
Figura 10 - Variáveis dependentes antes e após as dez semanas de TF.....	42

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Principais agentes oxidantes produzidos no organismo humano.....	18
Tabela 2 - Principais agentes antioxidantes.....	22
Tabela 3 - Estudos que avaliaram força e/ou hipertrofia após TF e suplementação.....	29
Tabela 4 - Progressão de cargas adotada ao longo das dez semanas de TF.....	33
Tabela 5 - Características descritivas da amostra antes do início do TF.....	39
Tabela 6 - Variáveis dependentes antes e após as dez semanas de TF.....	41
Tabela 7 – Tamanho do efeito para as principais variáveis dependentes.....	42

**LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

CA <sub>t</sub>	Catalase
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EM	Espessura muscular
EO	Estresse Oxidativo
ERO	Espécies Reativas de Oxigênio
ERK1/2	Subfamília de proteínas quinases ativadas por mitógenos
GC	Grupo controle
GP	Grupo placebo
GP <sub>x</sub>	Glutathione peroxidase
GV	Grupo suplementação de vitaminas
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogênio
IGF-1	Fator de crescimento semelhante a insulina - 1
IMC	Índice de massa corporal
JPEG	<i>Joint photographics experts group</i>
NADPH	Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato
NF-κB	Fator nuclear kappa B
OH <sup>·</sup>	Radical hidroxila
O <sub>2</sub> <sup>·</sup>	Radical superóxido
PT	Pico de torque isocinético
P70S6k	Proteína ribossomal S6 quinase beta-1
RM	Repetição máxima
SOD	Superóxido dismutase
TF	Treinamento de Força
TT	Trabalho total
UnB	Universidade de Brasília
XO	Xantina Oxidase

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo.....	16
CAPÍTULO II.....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Estresse oxidativo.....	17
2.2 Antioxidantes.....	20
2.3 Treinamento de Força e Estresse Oxidativo.....	22
2.4 Treinamento de Força e Suplementação de Antioxidantes.....	25
CAPÍTULO III.....	30
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 Desenho Experimental.....	30
3.2 Amostra.....	30
3.3 Antropometria.....	32
3.4 Protocolo de Treinamento de Força.....	32
3.5 Suplementação.....	34
3.6 Coleta e análise de sangue.....	34
3.7 Espessura Muscular.....	35
3.8 Pico de torque, trabalho total e fadiga.....	36
3.9 Análise estatística.....	37
CAPÍTULO IV.....	39
4 RESULTADOS.....	39
4.1 Força, trabalho total, fadiga e espessura muscular.....	40
CAPÍTULO V.....	43
5 DISCUSSÃO.....	43
5.1 Conclusão.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
APÊNDICE A.....	59
APÊNDICE B.....	60
ANEXO A.....	63
ANEXO B.....	66

## CAPÍTULO I

### 1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é amplamente conhecido por promover adaptações agudas e crônicas que resultam em benefícios fisiológicos e morfofuncionais ao corpo humano (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). As adaptações positivas induzidas pelo TF regular incluem melhorias na composição corporal, ganhos neuromusculares (isto é, desempenho muscular) e aumento da espessura muscular (EM) (isto é, hipertrofia) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; GENTIL; SOARES; BOTTARO, 2015). A hipertrofia muscular ocorre quando a síntese excede a degradação proteica (POWERS, 2014; SCHOENFELD, 2010).

Brevemente, a hipertrofia induzida pelo TF é facilitada por diversas vias de sinalização celular, pelas quais o estresse mecânico e metabólico proporcionado pelo TF são transduzidos para alvos celulares que modulam o balanço proteico em favor da síntese (POWERS, 2014; SCHOENFELD, 2010). Dentre tais vias de sinalização cita-se a fosforilação de enzimas e proteínas quinases (como a p70S6k e as proteínas ativadas por mitógenos), a ação de hormônios anabólicos (como testosterona, hormônio do crescimento, insulina e fatores de crescimento semelhantes à insulina) e a ativação de células satélites. Inchaço muscular e hipóxia transitória em decorrência do TF também parecem estar relacionados ao ganho de massa muscular (EGAN; ZIERATH, 2013; SCHOENFELD, 2010).

Para além dos mecanismos de adaptação supracitados, estudos recentes indicam que alterações no estado redox celular também são importantes no que diz respeito à hipertrofia e à capacidade do músculo esquelético de produzir força (POWERS et al., 2010; POWERS; JACKSON, 2008). Assim, o balanço entre atividade celular oxidante e antioxidante é influenciado pelo TF e pode interferir nas adaptações ao mesmo (AZIZBEIGI et al., 2013). Contudo, em que pese a importância de alterações moderadas no estado redox para a adaptação (POWERS et al., 2010), o desequilíbrio no balanço redox celular em favor da atividade oxidante é potencialmente prejudicial à função das células, uma vez que pode causar dano à estrutura e função celular, sendo denominado estresse oxidativo (EO). Num ambiente celular de EO, a produção de espécies reativas suplanta a capacidade fisiológica de neutralizá-las, causando o desequilíbrio (BLOOMER; GOLDFARB, 2004).

É importante mencionar que o termo espécies reativas abrange grande variedade de substâncias químicas. Algumas delas apresentam um elétron desemparelhado em sua órbita

externa e são chamadas radicais livres, ao passo que aquelas que não apresentam essa característica são denominadas espécies não radicais (PISOSCHI; POP, 2015). As espécies reativas de oxigênio (ERO) são mais comumente mencionadas na literatura, sendo potenciais causadoras de dano estrutural e funcional à biomoléculas, tais como proteínas, lipídios e DNA (COBLEY et al., 2017; PISOSCHI; POP, 2015). De fato, o EO crônico tem sido associado ao processo de envelhecimento e à diversas condições patológicas, como aterosclerose, síndrome metabólica, inflamação, câncer e outras (DURACKOVA, 2010).

De forma geral, o aumento no consumo de oxigênio e no metabolismo mitocondrial eleva a produção de ERO na cadeia de transporte de elétrons (GOMEZ-CABRERA et al., 2013). Nesse sentido, a realização de exercícios físicos também eleva a síntese de ERO. Estudos anteriores demonstraram que a contração muscular aguda, especialmente em exercício intenso, pode elevar substancialmente a geração de ERO (BAILEY et al., 2007; MASON et al., 2016). Ademais, o TF pode induzir a produção de ERO por meio do processo de isquemia-reperfusão que lhe é característico, ou de forma secundária ao estresse mecânico, através da ação de células do sistema imune (BLOOMER; GOLDFARB, 2004; MCGINLEY; SHAFAT; DONNELLY, 2009; SCHOENFELD, 2012).

Nesse sentido, estudos prévios relataram que o dano relacionado à ação de ERO produzidas durante uma sessão de TF pode aumentar a fadiga e comprometer o desempenho muscular agudo (AVERY et al., 2003; EVANS, 2000; POWERS; JACKSON, 2008). Com base nesse entendimento, e aliado a ideia de que EO crônico se associa com envelhecimento e doenças, o interesse sobre a suplementação com substâncias antioxidantes aumentou nas últimas décadas entre atletas, não atletas, idosos e também entre universitários (LIEBERMAN et al., 2015; SENCHINA et al., 2012; SOUSA et al., 2010; WILLIAMS, 2004). Particularmente, as vitaminas C e E tem sido as mais comumente utilizadas (YFANTI et al., 2017). De forma interessante, resultados de pesquisas anteriores mostraram que tal prática pode reduzir a produção aguda de marcadores de EO após uma sessão de TF, o que pode atenuar a fadiga e potencializar a recuperação do desempenho muscular (BRYER; GOLDFARB, 2006; JEFFREY et al., 1998). Diante disso, é razoável questionar se a combinação do TF com a suplementação de antioxidantes levaria a benefícios adicionais em médio e longo prazo.

Entretanto, esse efeito agudo que “sustentaria” a suplementação de vitaminas antioxidantes contrasta com o entendimento mencionado anteriormente de que alterações no estado redox celular também são importantes no que diz respeito à hipertrofia e à capacidade

do músculo esquelético de produzir força. Digno de nota, tem sido sugerido na literatura que as ERO geradas pela atividade contrátil muscular no contexto do exercício físico influenciam positivamente as adaptações crônicas ao treinamento (POWERS et al., 2010; POWERS; JACKSON, 2008). Isso se dá porque as ERO geradas pelos músculos durante o TF poderiam ativar vias de sinalização celular relacionadas à síntese proteica (POWERS et al., 2010) e à melhora da atividade do sistema antioxidante endógeno (AZIZBEIGI et al., 2013; ÇAKIR-ATABEK et al., 2010; RIBEIRO et al., 2017). De fato, evidências *in vitro* (HANDAYANINGSIH et al., 2011) e em modelo animal (MAKANAE et al., 2013) indicam que as ERO, tais como o peróxido de hidrogênio, podem potencializar a sinalização de tais adaptações, ao passo que antioxidantes podem minimizá-las.

Em humanos, todavia, evidências sobre o efeito crônico do TF combinado com a suplementação de vitaminas antioxidantes sobre a força e a massa muscular esquelética são escassas e, até certo ponto, controversas. Alguns estudos reportaram que a suplementação com vitaminas C e E atenua o aumento crônico de espessura muscular (BJØRNSSEN et al., 2016) e densidade mineral óssea de idosos (STUNES et al., 2017), ao passo que outro trabalho relatou efeito benéfico da suplementação sobre o ganho de massa muscular induzido pelo TF (BOBEUF et al., 2010). No que se refere a adultos, um estudo recente reportou interferência negativa da suplementação de vitaminas C e E na produção de força, uma vez que os voluntários do estudo que foram submetidos à suplementação apresentaram ganho de força significativamente menor em relação aos que foram submetidos ao tratamento placebo após um período de dez semanas de TF (PAULSEN et al., 2014). Finalmente, dois estudos reportaram que a suplementação crônica é inócua no que se refere ao ganho de força muscular induzido por TF excêntrico em homens previamente treinados (THEODOROU et al., 2011; YFANTI et al., 2017).

Embora aspectos metodológicos possam auxiliar a explicar a discrepância nos resultados dos estudos citados, tais achados são intrigantes e carecem de elucidação. Uma vez que o TF é um potente estímulo que conduz à adaptações fisiológicas, estruturais e funcionais (BOTTARO et al., 2011), e que a suplementação de vitaminas antioxidantes tem sido difundida e adotada por grande número e variedade de indivíduos (LIEBERMAN et al., 2015; WILLIAMS, 2004; YFANTI et al., 2010), uma melhor compreensão acerca do efeito do TF combinado com a suplementação das vitaminas C e E sobre a força e a espessura muscular se faz necessária. A hipótese nula do presente trabalho é que, após dez semanas de TF, não

haverá diferença significativa entre as participantes que receberem a suplementação e o placebo no que se refere ao aumento da força e da espessura muscular.

### **1.1 Objetivo**

Investigar o efeito de dez semanas de TF combinado com a suplementação de vitamina C e E sobre a força, trabalho total, fadiga e espessura muscular de mulheres jovens destreinadas.

## CAPÍTULO II

### 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para melhor apresentação ao leitor, a presente revisão foi estruturada nos seguintes tópicos: a) estresse oxidativo; b) antioxidantes; c) treinamento de força e estresse oxidativo; d) treinamento de força e suplementação de antioxidantes.

#### 2.1 Estresse Oxidativo

Estresse oxidativo (EO) é o estado de desequilíbrio entre a atividade celular pró-oxidante e antioxidante, de maneira que a primeira seja predominante (FERREIRA; FERREIRA; DUARTE, 2007). Tal fenômeno é proveniente de reações celulares denominadas de reações de oxirredução (reações redox), nas quais um átomo, ou molécula, ganha ou perde elétrons. Quando uma molécula recebe elétrons, diz-se que ela foi reduzida, ao passo que quando ela doa, diz-se que foi oxidada. Assim, o agente oxidante é aquele que recebe elétrons de outra molécula (ele oxida outra molécula e é reduzido), enquanto que o agente redutor é aquele que doa elétrons a outra molécula (ele reduz outra molécula e torna-se oxidado). O agente redutor pode ser entendido, então, como o agente antioxidante (FOX, 2007). Vale ressaltar que o termo oxidativo deriva do fato de que o oxigênio apresenta uma grande tendência a aceitar elétrons, ou seja, de atuar como um forte agente oxidante (FOX, 2007).

Sendo assim, em um ambiente celular de EO há um acúmulo desproporcional de substâncias oxidantes, de maneira a suplantar a capacidade celular de neutralizá-las (BLOOMER; GOLDFARB, 2004). Tal acúmulo ocorre por substancial aumento em sua produção, ou por reduzida velocidade de sua neutralização pelos agentes antioxidantes (BARBOSA et al., 2010). De forma geral, os agentes oxidantes são denominados espécies reativas. Esse termo abrange uma grande variedade de substâncias químicas que, geralmente, apresentam um elétron desemparelhado em sua última camada eletrônica (isto é, contém um número ímpar de elétrons na órbita externa). Nesse caso, são chamados de radicais livres. Digno de nota, há espécies reativas que não apresentam essa característica, sendo denominadas espécies reativas não radicais (PISOSCHI; POP, 2015). Contudo, as espécies não radicais são agentes oxidantes que podem ser convertidas em radicais livres (BARBOSA et al., 2008).

Embora existam espécies reativas provenientes do metabolismo do nitrogênio, ferro, cobre e enxofre, as espécies reativas de oxigênio (ERO) são as mais conhecidas (PISOSCHI;

POP, 2015). Como mencionado anteriormente, o oxigênio apresenta uma grande tendência a aceitar elétrons, ou seja, de atuar como agente oxidante. Nesse sentido, a formação de ERO ocorre majoritariamente nas mitocôndrias como consequência do processo oxidativo de geração de energia para o trabalho celular (GOMEZ-CABRERA et al., 2013). Especificamente, a maior parte do oxigênio respirado é reduzida de forma tetravalente (isto é, cada molécula de oxigênio recebe quatro elétrons) na fase terminal da cadeia de transporte de elétrons, e forma água e energia. Durante esse processo, são formados intermediários reativos. Ademais, uma parte do oxigênio respirado é reduzida de forma univalente (isto é, recebe apenas um elétron) e, dessa forma, gera ERO (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004). Outras situações também contribuem para a produção e acúmulo de ERO, como tabagismo, exposição à radiação ultravioleta e poluição (DURACKOVA, 2010). Porém, esses fatores não serão discutidos neste trabalho. A tabela 1 apresenta as principais ERO produzidas no organismo humano.

**Tabela 1.** Principais agentes oxidantes produzidos no organismo humano (ERO).

<b>Radicais Livres</b>	<b>Não radicais</b>
Superóxido ( $O_2\cdot^-$ )	Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ )
Hidroxila ( $OH\cdot$ )	Ácido hipobromoso ( $HOBr$ )
Hidroperoxila ( $HO_2\cdot$ )	Ácido hipocloroso ( $HOCl$ )
Peroxila ( $RO_2\cdot$ )	Ozônio ( $O_3$ )
Alcoxila ( $RO\cdot$ )	Oxigênio <i>Singlet</i> ( $^1O_2$ )
Carbonato ( $CO_3\cdot^-$ )	Peróxidos orgânicos ( $ROOH$ )
Dióxido de carbono ( $CO_2\cdot^-$ )	Peroxinitrito ( $ONOO$ )

*Nota:* Adaptado de Barbosa et al. 2008.

Do ponto de vista metabólico, as ERO são substâncias muito instáveis que reagem (reações de oxirredução) com outros átomos ou moléculas alterando-as no tocante a seu tamanho e forma (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004). Tais alterações são potencialmente lesivas pois induzem efeitos deletérios na estrutura e função das moléculas atingidas pelas ERO. Em outras palavras, devido a seu forte potencial reativo, as ERO favorecem a ocorrência de danos às biomoléculas. Esse tipo de dano se dá por meio da oxidação (isto é, retirada de elétrons) de biomoléculas, como lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (BARBOSA et al., 2008). Por exemplo, as ERO podem iniciar reações de oxidação em cadeia nos ácidos graxos poli-insaturados dos fosfolipídios que compõem as membranas celulares, processo

denominado peroxidação lipídica. Dessa forma, a organização bicamada das membranas, que é necessária para o funcionamento de enzimas e receptores nos processos de sinalização celular, é danificada (EVANS, 2000).

Desse modo, o excesso na produção e consequente acúmulo de agentes oxidantes nas células pode acarretar dano oxidativo continuado. Com isso, promove-se a instabilidade homeostática característica do EO, uma vez que, para além do dano às biomoléculas, piora do controle da respiração mitocondrial e dano à integridade do retículo sarcoplasmático também estão relacionados ao EO (GOMEZ-CABRERA et al., 2013). Não por acaso, a literatura reporta que o EO crônico está associado ao processo de envelhecimento e à várias condições patológicas, tais como inflamação, aterosclerose, síndrome metabólica, câncer e outras (DURACKOVA, 2010; PISOSCHI; POP, 2015). Vale ressaltar, todavia, que a produção de ERO é um processo fisiológico contínuo e que, em proporções adequadas, agentes oxidantes cumprem funções biológicas conhecidas e relevantes. Como exemplo, a participação de ERO em mecanismos de defesa durante processos de infecção, nos quais têm a função de destruir bactérias (FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, 1997; FOX, 2007).

Nesse sentido, a literatura reporta que não existe um equilíbrio geométrico entre a atividade pró-oxidante e antioxidante, mas sim um equilíbrio fisiológico que pende levemente para a produção de uma quantidade “ótima” de ERO, dada a sua relevância no contexto do sistema imunológico e, recentemente, na ativação de vias de sinalização celular (POLJSAK; ŠUPUT; MILISAV, 2013; POWERS et al., 2010). Portanto, a razão de neutralizar as ERO reside no controle do efeito deletério que o excesso dessas substâncias causa. Em outras palavras, o corpo humano está continuamente a produzir e neutralizar ERO, no intuito de alcançar um estado de equilíbrio que seja adequado às funções celulares. A figura 1 representa um modelo de estado de equilíbrio fisiológico entre a ação oxidante das ERO e sua neutralização pelos agentes antioxidantes.

**Figura 1.** Modelo do estado de equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes.



*Nota:* O equilíbrio fisiológico pende levemente para o lado das ERO. Figura adaptada de Poljsak, Suput e Milisav, 2013.

## 2.2 Antioxidantes

O corpo humano possui diferentes mecanismos para defender-se contra o EO e a oxidação de biomoléculas. Tais mecanismos são organizados em três níveis. O primeiro se refere à prevenção da formação de ERO através de inibidores de enzimas que catalisam a formação dessas espécies (DURACKOVA, 2010). Exemplo desse mecanismo é a inibição da enzima xantina oxidase (XO) pelo medicamento alopurinol. Tal inibição previne, por exemplo, a formação do radical superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ) em situações de exercício exaustivo (VIÑA et al., 2000). Outro nível de defesa está relacionado a reconstituição ou decomposição das estruturas lesadas, chamado de sistema de reparo. Esse sistema envolve a ação de enzimas proteinases e lipases, nos casos de oxidação de proteínas e lipídios, respectivamente (BARBOSA et al., 2010; DURACKOVA, 2010). Por fim, o nível de defesa intermediário entre os anteriores, foco desse tópico do presente trabalho, é denominado varredor e está relacionado à neutralização das ERO pelos antioxidantes (BARBOSA et al., 2010).

Como mencionado anteriormente, antioxidantes são os agentes redutores nas reações redox, isto é, são aqueles que transferem elétrons para outro átomo ou molécula. Basicamente, os antioxidantes doam elétrons para restabelecer o equilíbrio eletrônico de ERO radicais e, assim, neutralizá-las. Além disso, antioxidantes podem acelerar a decomposição de espécies reativas não radicais. Em outras palavras, antioxidantes eliminam a alta reatividade de ERO radicais e não radicais ao convertê-las em metabólitos não radicais e não tóxicos (DURACKOVA, 2010). Além disso, algumas substâncias atuam de maneira indireta, participando da composição de sistemas antioxidantes enzimáticos, caso de alguns minerais como cobre, zinco, selênio e manganês (BARBOSA et al., 2010). Desse modo, esses compostos inibem ou atrasam a oxidação de biomoléculas (EMBUSCADO, 2015).

Nesse sentido, o sistema de defesa antioxidante é usualmente dividido em enzimático/endógeno e não enzimático. O primeiro é composto por enzimas presentes no citoplasma e nas mitocôndrias celulares, incluindo a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathiona peroxidase (GPx), que atuam neutralizando as ERO continuamente formadas pelos processos normais do metabolismo (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004). A atividade dessas enzimas depende, muitas vezes, da participação de cofatores enzimáticos, especialmente os minerais supramencionados. A SOD, por exemplo, necessita do cobre, zinco e manganês como cofatores, ao passo que a GPx pode depender do selênio, a depender do seu local de atuação (isto é, citoplasma ou mitocôndria) (BARBOSA et al., 2010; SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004).

Exemplo da ação desse sistema antioxidante é a conversão do radical superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ), formado a partir da redução univalente do oxigênio, em peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Nesta reação, o  $O_2^{\cdot-}$  recebe mais um elétron e dois íons de hidrogênio, num processo chamado dismutação. Tal reação é catalisada pela SOD. Uma vez que o  $H_2O_2$  ainda é uma ERO com potencial atividade citotóxica, ou pode ser convertido em radical hidroxila ( $OH^{\cdot}$ ) por meio da reação com íons ferro e cobre, tanto a CAT quanto a GPx o decompõem, formando água ao final da reação (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004). Esse processo diminui o potencial dano oxidativo e protege as células contra o acúmulo de ERO.

O sistema antioxidante não enzimático é constituído de grande variedade de substâncias endógenas como bilirrubina, hormônios sexuais, ácido úrico e coenzima Q (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004). Contudo, são os compostos exógenos, ou seja, provenientes da dieta, os mais relevantes desse sistema (BARBOSA et al., 2010). Para além dos minerais anteriormente mencionados, a literatura reporta uma grande variedade de compostos dietéticos com propriedade antioxidante, como polifenóis e carotenoides (YAVARI et al., 2015). Além disso, as vitaminas C (ácido ascórbico) e E ( $\alpha$ -tocoferol) são bastante conhecidas na literatura científica por suas propriedades de prevenção e combate ao EO (BARBOSA et al., 2010; SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004; YAVARI et al., 2015). Argumenta-se, inclusive, que uma dieta rica em vitaminas e outros antioxidantes constitua uma abordagem interessante na prevenção de doenças crônicas, como síndrome metabólica, câncer e doença cardiovascular (YAVARI et al., 2015).

As vitaminas C e E figuram entre as mais consumidas por diversos grupos populacionais, como atletas e praticantes amadores de atividades físicas (LIEBERMAN et al., 2015; WILLIAMS, 2004). A vitamina C é um potente antioxidante hidrossolúvel presente no compartimento citoplasmático celular (EVANS, 2000). É capaz de eliminar diretamente os radicais superóxido e hidroxila (YAVARI et al., 2015). Além disso, apresenta outras funções importantes relacionadas a atividade dos sistemas imune e endócrino (SENGHINA et al., 2012). A vitamina E é um composto lipossolúvel presente nas membranas celulares (EVANS, 2000). Como antioxidante, a vitamina E protege as membranas contra as reações oxidativas em cadeia causadas pelas ERO e que culminam em peroxidação lipídica (JOSHI; PRATICÒ, 2012; SENGHINA et al., 2012). Digno de menção, a vitamina C interage com a vitamina E ao doar elétrons para regenerar os radicais de vitamina E que são formados nas membranas celulares durante o combate à peroxidação lipídica (EVANS, 2000; YAVARI et al., 2015). A tabela 2 resume os componentes dos sistemas de defesa antioxidante.

**Tabela 2.** Principais agentes antioxidantes.

<b>Enzimáticos</b>	<b>Não enzimáticos exógenos</b>
Superóxido Dismutase (SOD)	Vitamina C (ácido ascórbico)
Catalase (CA <sub>t</sub> )	Vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol)
Glutationa peroxidase (GPx)	Polifenóis (flavonoides)
	Carotenoides ( $\beta$ -caroteno, licopeno)
	Minerais (cobre, zinco, selênio, manganês)

*Nota:* Adaptado de Barbosa et al. 2010.

### 2.3 Treinamento de Força e Estresse Oxidativo

O treinamento de força (TF) é amplamente conhecido por promover adaptações agudas e crônicas que resultam em benefícios fisiológicos e morfofuncionais ao corpo humano (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Dentre as suas adaptações mais conhecidas estão o aumento da força e da massa muscular (BOTTARO et al., 2011). Diversas adaptações neuromusculares provocadas pelo TF favorecem o ganho de força, incluindo melhora na ativação, na frequência de disparo, bem como na sincronia de recrutamento das unidades motoras (EGAN; ZIERATH, 2013). Além disso, o aumento na espessura do músculo esquelético (isto é, hipertrofia) constitui uma adaptação morfológica importante em resposta ao TF (EGAN; ZIERATH, 2013). Entretanto, as alterações agudas e crônicas no estado redox celular como consequência do TF começaram a ser conhecidas na literatura científica há pouco tempo.

Na verdade, no início da década de 1980 foi demonstrado que o exercício físico exaustivo induz a produção de ERO no músculo esquelético e no fígado de ratos (DAVIES et al., 1982). Trata-se da primeira evidência científica de que o exercício físico agudo de alta intensidade eleva significativamente a produção de ERO e, por conseguinte, causa dano oxidativo. Contudo, apenas em 2007 foi publicada a primeira evidência direta do acúmulo intramuscular de ERO e peroxidação lipídica após uma sessão de exercício resistido em humanos (BAILEY et al., 2007). Esses autores utilizaram o método de espectroscopia paramagnética eletrônica para detectar ERO em amostras do músculo vasto lateral dos voluntários, obtidas antes e após a realização do exercício de extensão dinâmica do joelho.

Ainda na década de 2000, um estudo com homens jovens treinados reportou que uma sessão de agachamento intermitente (isto é, os sujeitos realizavam uma série de 5 a 12 repetições e descansavam por 90 a 120 segundos) realizada durante 30 minutos a 70% de uma

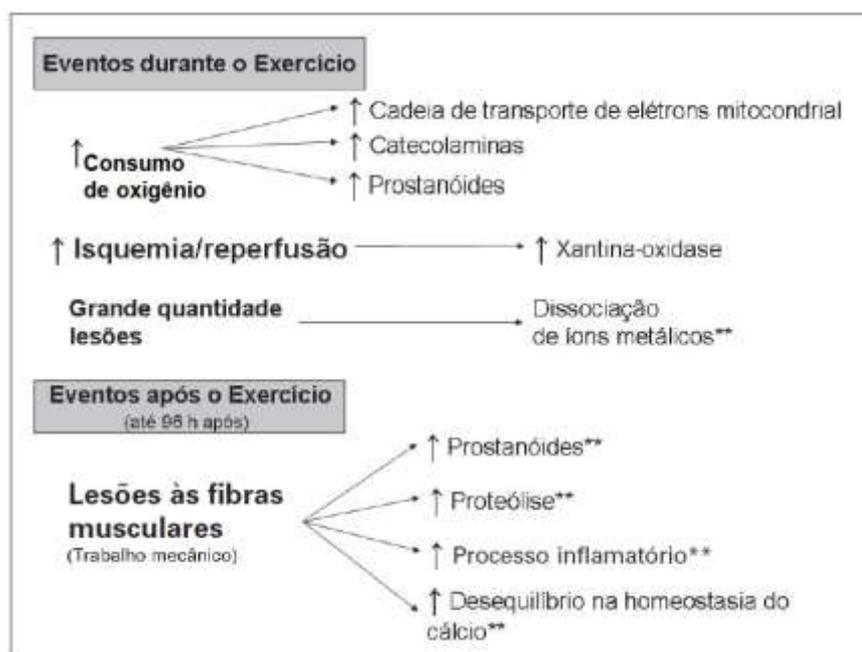
repetição máxima (1RM) elevou significativamente a concentração sanguínea de proteínas carboniladas (isto é, um marcador de EO) por até 24 horas após o exercício (BLOOMER et al., 2005). Posteriormente, outros estudos mostraram que uma sessão aguda de TF com características de um treino de hipertrofia (6 exercícios, 3 séries, 10 repetições, 75% de 1RM, 90 segundos de intervalo entre séries) também eleva significativamente a concentração de marcadores plasmáticos de EO em homens jovens treinados (DEMINICE et al., 2010, 2011). Portanto, ainda que esses estudos não tenham mensurado as ERO de forma direta, atualmente não há dúvida de que a atividade contrátil muscular intensa, como no TF, eleva a produção de ERO e pode causar EO em humanos (GOMEZ-CABRERA et al., 2013). As consequências imediatas do acúmulo de ERO no tecido muscular estão associadas à redução na capacidade de produzir força e à fadiga, uma vez que a integridade do retículo sarcoplasmático e a homeostase do cálcio ficam comprometidas (POWERS; NELSON; HUDSON, 2011; REID, 2016).

Conforme antes mencionado, a formação de ERO ocorre principalmente nas etapas finais da cadeia de transporte de elétrons, como consequência do processo oxidativo de geração de energia (GOMEZ-CABRERA et al., 2013). Todavia, tendo em vista que o TF tem característica metabólica predominantemente anaeróbia, outras fontes de ERO também contribuem para o EO numa sessão de TF. Por exemplo, durante a realização do TF, especialmente se composto de ações isométricas, ocorre isquemia transitória e subsequente reperfusão da musculatura envolvida no exercício. Isso favorece a atividade da enzima XO, que produz o radical superóxido e o peróxido de hidrogênio nos momentos de reperfusão do músculo ativo (BLOOMER; GOLDFARB, 2004; GOMES; SILVA; OLIVEIRA, 2012). Além disso, tem sido sugerido na literatura recente que a atividade da forma reduzida do complexo enzimático nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH) oxidase pode gerar grandes quantidades de radicais superóxidos nos músculos esqueléticos durante a atividade contrátil intensa (GOMES; SILVA; OLIVEIRA, 2012). Tanto a XO, normalmente localizada no endotélio associado ao músculo esquelético, quanto a NADPH oxidase, localizada nas membranas celulares, produzem ERO por transferirem elétrons para o oxigênio durante a atividade muscular (JACKSON; VASILAKI; MCARDLE, 2016).

Para além das fontes de ERO supramencionadas (isto é, mitocôndria, XO e NADPH oxidase), o TF pode induzir a formação de tais espécies após o término da sessão. Isso se dá como consequência da sobrecarga mecânica que é característica do TF e que causa dano estrutural ao sarcolema, lâmina basal e às proteínas mio fibrilares (MCGINLEY; SHAFAT;

DONNELLY, 2009; SCHOENFELD, 2012). O dano muscular inicia uma resposta inflamatória mediada por neutrófilos que migram à área lesada e secretam outros agentes que atuam no restabelecimento do dano. Dentre esses agentes, cita-se as ERO, que, neste caso, atuam para facilitar a recuperação do dano (SCHOENFELD, 2012). Outros fatores relacionados ao dano muscular induzido por sobrecarga mecânica levam a produção de ERO no músculo esquelético, como a dissociação de íons metálicos (isto é, ferro), aumento do metabolismo de prostanóides (isto é, ácidos graxos mediadores de inflamação), bem como alteração da homeostase do cálcio (BLOOMER; GOLDFARB, 2004; CRUZAT et al., 2007). A figura 2 ilustra, de maneira geral, os principais mecanismos de produção de ERO durante e após exercícios anaeróbios, destacando os mais relevantes no TF.

**Figura 2.** Mecanismos de produção de ERO no TF.



Nota: \*\* Mecanismos ainda mais evidentes no TF. Figura adaptada de Cruzat et al., 2007.

Apesar de não haver dúvidas quanto ao fato de que uma sessão de TF eleva a síntese de ERO, é importante notar que, ao mesmo tempo, a capacidade antioxidante também é elevada durante e logo após a realização de uma sessão de TF (RIETJENS et al., 2007). Isso foi reportado em um estudo que avaliou homens jovens destreinados em uma sessão de TF composta por dois exercícios (*leg press* e extensão de joelhos). Os voluntários executaram oito séries de dez repetições a aproximadamente 70% de 1 RM nos dois exercícios, com intervalo de dois minutos entre as séries. Os autores observaram que, tanto a capacidade antioxidante total (+16%), quanto a concentração plasmática de glutatona (+47%) e vitamina

E aumentaram significativamente durante o protocolo de TF. Ademais, a vitamina C aumentou tanto durante, quanto após 180 minutos de recuperação pós-exercício (RIETJENS et al., 2007). Essa evidência indica que o TF não só induz EO de forma aguda, mas também induz elevação dos sistemas de defesa antioxidante para combater, de imediato, o acúmulo de ERO.

Nesse sentido, outros estudos avaliaram o efeito crônico do TF sobre marcadores de EO e da capacidade antioxidante do organismo. Azizbeigi e colaboradores (AZIZBEIGI et al., 2013) relataram aumento significativo da atividade da SOD e redução na produção de malondialdeído (isto é, um marcador de dano oxidativo) após oito semanas de TF de intensidade progressiva realizado por homens jovens destreinados. De forma similar, um estudo recente relatou que após apenas seis semanas de TF, homens jovens destreinados apresentaram valores plasmáticos significativamente reduzidos de malondialdeído e elevados de GPx. Notavelmente, tais alterações ocorreram independentemente da intensidade do TF, uma vez que os voluntários desse estudo foram divididos em treino de hipertrofia (isto é, 3 séries de 12 repetições a 70% de 1 RM) e treino de força (isto é, 3 séries de 6 repetições a 85% de 1 RM), não havendo diferença entre os grupos no que se refere as adaptações relatadas (ÇAKIR-ATABEK et al., 2010). Resultados semelhantes, ou seja, ativação dos sistemas de defesa antioxidante, também foram observados em estudos que avaliaram idosos de ambos os sexos após seis meses de TF (VINCENT et al., 2002) e mulheres idosas após oito semanas de treino (RIBEIRO et al., 2017).

Em outras palavras, o TF realizado regularmente promove adaptação positiva no sistema de defesa antioxidante. No músculo esquelético, o EO induzido pelo TF funciona como gerador de uma adaptação que protegerá o tecido contra futuras sessões de treino potencialmente lesivas. Tais observações confirmam a ideia de que o treinamento crônico, *per si*, configura uma estratégia antioxidante e protetora (GOMEZ-CABRERA; DOMENECH; VIÑA, 2008). Diante do exposto, cresceu entre atletas e cientistas do exercício o interesse sobre a possível eficácia da combinação do TF com a suplementação de compostos antioxidantes. O questionamento é se tal combinação é capaz de somar o efeito antioxidante da suplementação às adaptações fisiológicas do TF e, assim, produzir um efeito ergogênico.

## **2.4 Treinamento de Força e Suplementação de Antioxidantes**

Há vários anos argumenta-se que uma dieta rica em alimentos que contenham antioxidantes constitua uma abordagem interessante na prevenção de doenças crônicas e

associadas ao envelhecimento, como síndrome metabólica, câncer e doença cardiovascular (YAVARI et al., 2015). Tal argumento se baseia, principalmente, em estudos da década de 1990 que reportaram, por exemplo, que não só o alto consumo (isto é, >60UI por dia), mas também a suplementação de vitamina E (entre 400 e 800UI por dia) estão associados, respectivamente, a um risco reduzido de doença coronariana em homens saudáveis (RIMM et al., 1993) e a uma menor taxa de infarto do miocárdio em pacientes com doença isquêmica do coração (STEPHENS et al., 1996). Resultados similares também foram observados com relação à vitamina C (ENSTROM; KANIM; KLEIN, 1992) e fortaleceram a ideia de que a suplementação de vitaminas antioxidantes é benéfica.

Ainda na década de 1990 foi reportado que a suplementação conjugada de vitamina C (1g por dia) e E (400mg por dia) durante 28 dias aumenta a produção de citocinas (isto é, interleucina 1 $\beta$  e fator de necrose tumoral), além de reduzir a produção de marcadores de EO em homens e mulheres adultos. Para além disso, esse resultado foi significativamente maior em relação aos participantes que receberam somente uma das vitaminas durante a intervenção (JENG et al., 1996). Dessa maneira, os autores sugeriram que a combinação da suplementação de vitamina C e E produz um efeito mais potencializador do sistema imune. Em consonância com esse relato, um estudo posterior demonstrou que o uso da suplementação conjugada de vitamina C e E se associa com menor prevalência de doença de Alzheimer entre idosos norte-americanos, resultado não observado com o uso de apenas uma das duas vitaminas (ZANDI et al., 2004). Aliado ao conhecimento de que a vitamina C é capaz de regenerar a vitamina E nos processos de neutralização de ERO (EVANS, 2000; YAVARI et al., 2015), a combinação da suplementação desses dois agentes antioxidantes tornou-se difundida entre diversos grupos populacionais.

De fato, suplementos vitamínicos em geral estão entre os mais consumidos por atletas profissionais e amadores (WILLIAMS, 2004). Cerca de 16% de praticantes de atividades físicas e 50% de atletas de elite norte-americanos relatam o uso de compostos antioxidantes (YFANTI et al., 2010), dentre os quais, as vitaminas C e E são os mais comuns (YFANTI et al., 2017). O objetivo da suplementação é atenuar o dano oxidativo agudo induzido pela sessão de treino ou competição e, com isso, reduzir a fadiga por uma possível proteção ao retículo sarcoplasmático e a homeostase do cálcio. Consequentemente, espera-se preservar a capacidade contrátil muscular e melhorar o desempenho. Ou seja, espera-se um efeito ergogênico secundário do efeito antioxidante da suplementação (REID, 2016). Além disso, devido à essa potencial maior capacidade contrátil advinda da suplementação, adaptações

morfológicas também poderiam ser esperadas. Contudo, evidências desse efeito ergogênico são limitadas, especialmente no que se refere ao treinamento de médio e longo prazo (BRAAKHUIS; HOPKINS, 2015).

Mesmo com pouca evidência sobre o esperado efeito ergogênico da suplementação de vitaminas antioxidantes, essa prática é prevalente não só entre atletas, mas também entre estudantes universitários. Um estudo recente mostrou um alto consumo de suplementos, incluindo vitamina C (18% dos entrevistados) e multivitamínicos (42% dos entrevistados), entre mais de mil universitários estadunidenses que desejam, a partir da suplementação, aumentar a “energia”, a força e melhorar o desempenho em atividades físicas (LIEBERMAN et al., 2015). No Brasil, foi observado entre mais de oitocentos estudantes universitários de São Paulo que as vitaminas C (20,4% dos entrevistados) e E (5,6% dos entrevistados) estão entre os suplementos mais consumidos com o objetivo de “garantir a saúde” e “prevenir doenças” (SANTOS; BARROS FILHO, 2002). Nesse sentido, parece haver uma crença geral de que a suplementação dessas vitaminas traz benefícios à saúde e ao desempenho. Parte dessa crença pode ser atribuída aos resultados dos estudos supramencionados. Porém, uma outra parcela pode ser atribuída à um forte apelo mercadológico da indústria farmacêutica que estimula a prescrição e o uso de vitaminas e outros medicamentos (BARROS; JOANY, 2002).

Diante dos argumentos acima, não é surpreendente que as vitaminas C e E figurem entre os suplementos comumente consumidos por praticantes de TF, sejam adultos ou idosos (YFANTI et al., 2017). Nesse contexto, contudo, o efeito crônico do TF combinado com a suplementação de vitaminas antioxidantes sobre a força e a massa muscular foi pouco estudado. Além disso, os resultados disponíveis apresentam-se um tanto quanto conflitantes. Apesar disso, o interesse da comunidade científica sobre o tema tem crescido e alguns estudos foram publicados nos últimos anos. Bobeuf e colaboradores (BOBEUF et al., 2010), por exemplo, avaliaram idosos sedentários e relataram ganho de massa muscular (+1,5kg) após a intervenção apenas em seus voluntários que receberam o tratamento combinado de TF e suplementação de vitamina C (1g por dia) e E (600mg por dia) durante seis meses. Os dados referentes à força muscular não foram relatados pelos autores. Porém, esse mesmo grupo de pesquisadores não observou, em um estudo posterior, diferença no ganho de força e de massa muscular entre os idosos que receberam as vitaminas quando comparado ao grupo que recebeu pílulas placebo (BOBEUF et al., 2011). Vale ressaltar que em ambos estudos os participantes realizaram o TF em uma intensidade alta (3 séries, 8 repetições a 80% de 1 RM), numa frequência semanal de três vezes.

Bjørnsen e colaboradores (BJØRNSEN et al., 2016), por sua vez, observaram ganho de força similar entre idosos que receberam vitaminas (1g de C e 235mg de E por dia) ou placebo após doze semanas de TF periodizado. Para avaliar a força, os autores utilizaram testes de 1 RM nos exercícios “rosca bíceps”, “extensão de pernas” e *leg press*. Diferente do resultado de força, os participantes do grupo placebo apresentaram um aumento da espessura muscular do reto femoral significativamente maior em relação ao grupo que recebeu as vitaminas (+3,4mm vs +1,9mm, respectivamente) após as doze semanas de intervenção. O mesmo foi observado para a massa magra total. Dessa forma, os autores discutem que o excesso de antioxidantes provenientes da dieta pode, na verdade, mitigar a hipertrofia muscular decorrente do TF em homens idosos sedentários.

No que diz respeito a jovens, um estudo recente (PAULSEN et al., 2014) reportou interferência negativa da suplementação de vitaminas C (1g por dia) e E (235mg por dia) na produção de força de homens e mulheres, sem, no entanto, atenuar significativamente a hipertrofia após um período de dez semanas de TF. Por outro lado, outros estudos (THEODOROU et al., 2011; YFANTI et al., 2017) não observaram qualquer efeito, seja positivo ou negativo, da suplementação de vitaminas C (1g por dia) e E (400UI por dia) sobre o pico de torque de homens treinados após quatro semanas de treinamento excêntrico realizado em dinamômetro isocinético. Esses autores, contudo, não relataram dados referentes a adaptação da massa muscular.

Em face da escassez de estudos e das diferenças em seus delineamentos metodológicos no que se refere a amostra (isto é, jovens, idosos, treinados, sedentários) duração da intervenção (isto é, desde 4 semanas a seis meses), modo de TF (isto é, isoinercial, isocinético) e esquemas de periodização (isto é, tradicional, ondulatória) ainda é difícil compreender com clareza o efeito da suplementação de antioxidantes sobre o ganho de força e massa muscular induzido pelo TF. Tendo em vista que o TF é um potente estímulo para adaptações fisiológicas e morfológicas, o efeito crônico da suplementação de vitaminas C e E nas adaptações ao TF necessita ser mais estudado e melhor elucidado.

A tabela 3 apresenta detalhadamente as características dos estudos que avaliaram a força e/ou a massa muscular em intervenções de TF combinado com a suplementação de vitamina C e E.

**Tabela 3.** Estudos que avaliaram força e/ou hipertrofia após TF e suplementação.

Estudo	Amostra	Treino	Duração	Vitaminas	Força	Hipertrofia
Bobbeuf et al. 2010	n=48 Idosos (as) sedentários (±65.5 anos)	3x/sem; 7 exercícios; 3 sets, 8 reps; 80% 1RM; com abdominais	6 meses	600mg/d vitamina E; 1000mg/d vitamina C	Dados não apresentados	Ganho de massa muscular (+1.5kg) apenas no grupo TF mais suplementação
Bobbeuf et al. 2011	n=57 Idosos (as) sedentários (±65.3 y)	3x/sem; 7 exercícios; 3 sets, 8 reps; 80% 1RM; com abdominais	6 meses	600mg/d vitamina E; 1000mg/d vitamina C	Aumento significante e similar no % 1RM nos grupos TF (+65.0%) e TF mais suplementos (+78.2%)	Ganho de massa muscular NS entre os grupos TF (+0.3kg) e TF mais suplementos (+0.5kg)
Theodorou et al. 2011	n=28 homens treinados (±25.6 anos, placebo e ±26.2 anos, vitaminas)	Isocinético excêntrico; 2 x/sem; 5 sets; 15 reps; 60°/s; posição sentada	11 semanas com 4 semanas de TF	1000mg/d vitamina C; 400UI/d vitamina E por 11 semanas	Pico de torque isométrico aumentou similarmente (15%, placebo; 18 % vitaminas) nos dois grupos	Dados não apresentados
Paulsen et al. 2014	n=32 homens e mulheres treinados (±27.0 anos, vitaminas e ±24.0 anos, placebo)	TF progressivo tradicional; 4x/sem; 3 a 4 sets; 6 a 7 exercícios; 11 a 6 RM	10 semanas	1000mg/d vitamina C; 235mg/d vitamina E;	Ganho no % 1RM na rosca bíceps maior no grupo placebo (+17.1 vs +7.6); Ganho de força isométrica apenas no grupo placebo	NS entre os grupos para área de secção transversa de membros superiores e inferiores e massa livre de gordura
Bjørnsen et al. 2016	n=34 homens idosos sedentários (±68.0 anos)	Exercícios com peso livre; periodização ondulatória semanal; 3x/sem;	12 semanas	1000mg/d vitamina C; 235mg/d vitamina E;	Aumento significante e similar de 1RM nos grupos placebo e antioxidantes	Espessura do reto femoral (+3.4 vs +1.9mm) e massa magra total aumentaram mais no grupo placebo.
Yfanti et al. 2017	n=16 homens treinados (±24.6 anos, vitaminas e ±25.9 anos, placebo)	Isocinético excêntrico; 2 x/sem; 5 sets; 15 reps; 60°/s; posição sentada	9 semanas com 4 semanas de TF	1000mg/d vitamina C; 400UI/d vitamina E por 9 semanas	Aumento significante e similar do pico de torque entre os grupos placebo (+6.6%) e vitaminas (7.9%)	Dados não apresentados

*Nota:* Sem: semana. Sets: séries. Reps: repetições. TF: treinamento de força. NS: não significante. RM: repetições máximas.

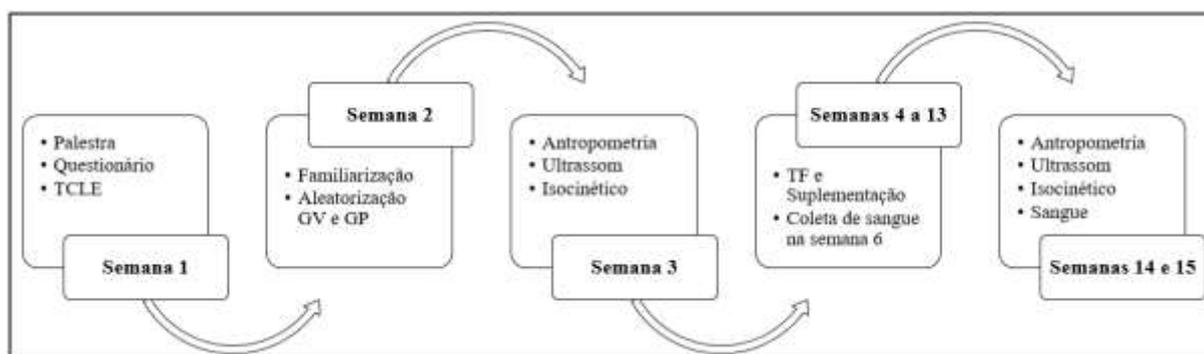
## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Desenho experimental

O presente trabalho tem caráter *quasi* experimental, aleatório, controlado por placebo e duplo cego. Um estudo piloto foi realizado no intuito de orientar a realização dos procedimentos doravante descritos. Os testes e medidas foram realizados antes e após dez semanas de um TF periodizado. As participantes do estudo foram submetidas a duas sessões de familiarização com os exercícios antes dos testes e medidas. Foi realizada avaliação antropométrica, medida da espessura muscular do quadríceps femoral e avaliação do pico de torque, trabalho total e fadiga dos extensores do joelho. Coleta de material sanguíneo das voluntárias foi realizada para dosagens de vitamina C e E. Após os pré-testes, as voluntárias foram alocadas em três grupos: 1) Grupo suplementação de vitaminas (GV), 2) Grupo Placebo (GP) ou 3) Grupo Controle (GC). As participantes dos grupos GV e GP realizaram o TF durante dez semanas. O grupo GV suplementou com vitamina C e E durante todo o período de TF, ao passo que o grupo GP recebeu cápsulas placebo. O grupo GC não realizou o TF, tampouco a suplementação. As voluntárias do GC realizaram apenas as avaliações antes e após o período de TF. Uma visão geral do delineamento do estudo é apresentada na figura 3.

**Figura 3.** Visão geral do desenho experimental.



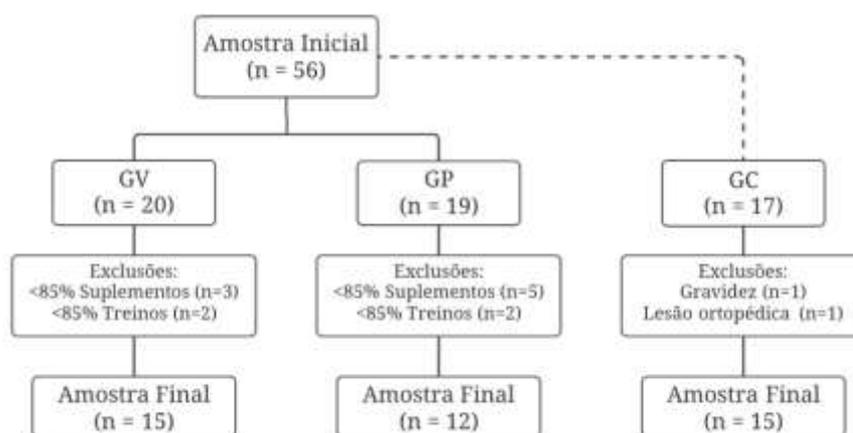
#### 3.2 Amostra

Cinquenta e seis estudantes universitárias foram selecionadas para participar do estudo. Trinta e nove delas estavam matriculadas na disciplina "Prática Desportiva: musculação feminina", da Universidade de Brasília (UnB). O protocolo de TF foi realizado no âmbito dessa disciplina, no Centro Olímpico da Faculdade de Educação Física da UnB. As

outras dezessete estudantes se voluntariaram a partir da divulgação do estudo por meio de cartazes espalhados pelo campus da UnB (campus Darcy Ribeiro). Todas as participantes eram provenientes de vários cursos e departamentos da Universidade. Os critérios de inclusão foram: a) sexo feminino, b) idade entre 18 e 30 anos e c) sem experiência em TF pelo menos nos últimos seis meses. Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: a) presença de doenças musculoesqueléticas e/ou cardiometabólicas não controladas que contraindicassem o TF, b) uso de qualquer suplemento ergogênico, vitamínico e/ou antioxidante, c) tabagismo e/ou alcoolismo. Todas as participantes responderam a um questionário sobre histórico médico, prática de atividades físicas e uso de medicamentos e suplementos alimentares (Apêndice A). Foram incluídas na análise estatística todas as voluntárias que aderiram, no mínimo, a 85% da suplementação e do TF (BOBEUF et al., 2011; GENTIL; BOTTARO, 2013).

As trinta e nove voluntárias que estavam matriculadas na disciplina mencionada realizaram o TF e foram aleatoriamente alocadas nos grupos GV e GP. A aleatorização foi realizada por uma profissional de Nutrição, de maneira que os pesquisadores e as voluntárias desconheciam quem era do grupo GV e GP, tornando o estudo duplo cego. As dezessete participantes que se voluntariaram por meio da visualização dos cartazes foram alocadas no GC. Duas voluntárias desistiram da participação no estudo devido a gravidez (n=1) e lesão não relacionada ao estudo (n=1). Doze não foram incluídas na análise devido à baixa adesão ao TF (n=4) ou à suplementação (n=8). Portanto, foram reportados os dados das quarenta e duas participantes que preencheram os critérios de inclusão/exclusão e completaram o TF e a suplementação. A amostra final em cada grupo foi 15, 12 e 15 nos grupos GV, GP e GC, respectivamente. A figura 4 apresenta o fluxo da alocação das voluntárias no estudo.

**Figura 4.** Fluxograma da alocação das voluntárias no estudo.



*Nota:* A aleatorização das voluntárias ocorreu nos grupos que realizaram o TF e a suplementação (GV e GP).

Autorização por escrito foi obtida de cada participante por meio da assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido contendo os objetivos e os procedimentos, bem como os possíveis riscos e os benefícios decorrentes da participação no estudo (Anexo A). Todos os procedimentos executados nesse estudo atendem aos requisitos fundamentais da resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) 196/96 que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos e foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Brasília (processo número 1.515.933/2016) (Anexo B).

### **3.3 Antropometria**

A massa corporal total, bem como o percentual de gordura corporal e de massa muscular foram medidos em um equipamento tetrapolar de impedância bioelétrica (OMRON HBF-514C, OMRON Healthcare Inc. Lake Forest, IL) com as voluntárias descalças e vestidas com roupas leves. A estatura foi determinada utilizando um estadiômetro fixado na parede com resolução de 0,1cm (Sanny®, São Bernardo do Campo, SP). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Todas as medidas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força da Faculdade de Educação Física da UnB antes e após as dez semanas de TF. O coeficiente de correlação intraclasse para o percentual de gordura e de massa muscular é 0,98 e 0,96, respectivamente.

### **3.4 Protocolo de TF**

O protocolo de TF do presente estudo está de acordo com as recomendações do “Colégio Americano de Medicina do Esporte” (2009) para maximizar a força e a hipertrofia muscular de indivíduos destreinados. Antes de iniciar o protocolo, as voluntárias realizaram duas sessões de familiarização com os exercícios utilizando cargas leves. O protocolo consistiu de dois exercícios para membros superiores e dois para membros inferiores em cada sessão. Os exercícios para membros superiores foram os seguintes: a) supino reto articulado, b) supino inclinado articulado, c) supino sentado na máquina, d) remada sentada na máquina, e) remada na polia. As voluntárias realizaram um exercício de supino e um de remada em cada sessão. A ênfase, contudo, foi nos exercícios de membros inferiores, que foram os mesmos em todas as sessões, a saber, levantamento terra e extensão de joelhos na cadeira extensora (Gerva Sport®). Exercícios abdominais complementares também foram realizados.

A carga foi aumentada progressivamente adotando um modelo de periodização linear, conforme a tabela 4.

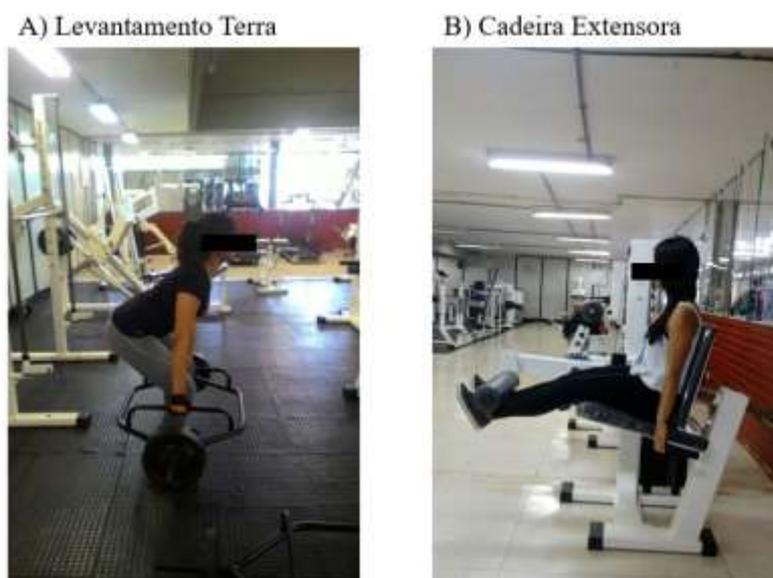
**Tabela 4.** Progressão de cargas adotada ao longo das dez semanas de TF.

	Semanas				
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Séries	2	3	3	3	4
Carga	12 RM	12 RM	10 RM	8 RM	8 RM

*Nota:* RM: repetições máximas

No exercício levantamento terra, as voluntárias foram orientadas a iniciar o movimento com as coxas paralelas ao solo e, em seguida, levantar até a posição em pé. Na cadeira extensora, as voluntárias foram orientadas a iniciar o movimento com os joelhos fletidos a aproximadamente 80° e, em seguida, realizar a extensão completa e simultânea dos joelhos. As voluntárias foram instruídas a realizar as fases concêntrica e excêntrica em aproximadamente dois segundos cada, sem pausa entre elas. Além disso, foram instruídas e incentivadas a realizar todas as séries até a falha concêntrica. Quando necessário, as cargas foram ajustadas de série a série para manter o número de repetições designado. O intervalo de recuperação entre as séries variou entre 90 a 120 segundos. Todas as sessões de treino foram supervisionadas por profissionais e estudantes de Educação Física e realizadas duas vezes por semana, com o mínimo de 48 horas de intervalo entre elas. A figura 5 apresenta os exercícios de membros inferiores realizados.

**Figura 5.** Exercícios de membros inferiores realizados durante o TF.



*Nota:* A ênfase do protocolo de TF foi a musculatura extensora do joelho.

### 3.5 Suplementação

Antes de iniciar o protocolo de TF, as participantes preencheram um formulário de registro alimentar (Apêndice B) durante três dias não consecutivos para análise do consumo de macro nutrientes e das vitaminas C e E. Uma profissional de nutrição orientou o preenchimento do formulário e realizou a análise dietética utilizando *software* específico (Dietwin Plus®). As cápsulas de vitaminas e placebo foram produzidas por uma farmácia de manipulação local (Farmacotécnica®). Cada cápsula de vitaminas continha 333,3mg de ácido ascórbico e 133,3UI de  $\alpha$ -tocoferol. As cápsulas placebo eram do mesmo tamanho, cor e forma das cápsulas de vitaminas e continham estearato de magnésio, dióxido de silício coloidal, talco farmacêutico e amido de milho. As participantes receberam um frasco no início do período de treino contendo todas as cápsulas necessárias. Elas foram orientadas a ingerir três cápsulas por dia durante as dez semanas de TF. Portanto, a dose diária foi de 1g de vitamina C e 400UI de vitamina E. Essa dose foi utilizada em estudos anteriores (THEODOROU et al., 2011; YFANTI et al., 2017).

Diariamente durante as dez semanas de TF as voluntárias receberam mensagens via telefone celular para que não se esquecessem de consumir as cápsulas. Ao final do período de TF, todas as participantes devolveram o frasco de cápsulas para a conferência da adesão à suplementação, que foi realizada pela contagem das cápsulas remanescentes no frasco. Além disso, as voluntárias foram orientadas a evitar o consumo de café, chá, bebidas alcoólicas e sucos ricos em antioxidantes (como suco de laranja, acerola e uva) durante o período de TF e suplementação. Todas as orientações referentes à suplementação e alimentação foram dadas por uma profissional de nutrição.

### 3.6 Coleta e análise de sangue

Amostras de sangue venoso foram obtidas do antebraço das voluntárias por técnicos treinados. A primeira coleta ocorreu duas semanas após o início do TF e a segunda, ao final do período de treino. Logo após a coleta, as amostras eram colocadas em caixas térmicas e enviadas para análise das vitaminas C e E em um Laboratório particular (Sabin®). As participantes foram orientadas a não fazer exercícios e não ingerir bebidas alcólicas no dia anterior à coleta de sangue. Jejum não foi obrigatório (MANGIALASCHE et al., 2010). As amostras para dosagem de vitamina C plasmática foram coletadas em tubos vacutainer® com heparina e analisadas por cromatografia líquida de alta performance. As amostras para

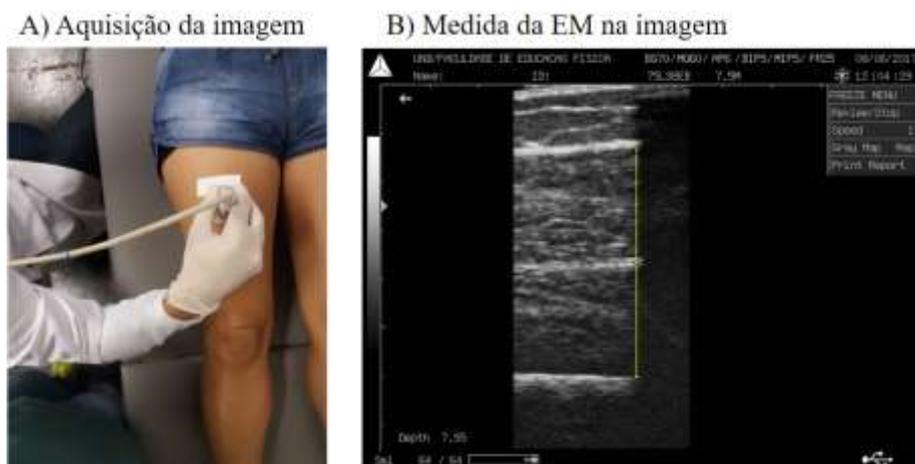
dosagem de vitamina E no soro foram coletadas em tubos vacutainer® e analisadas também por cromatografia líquida de alta performance.

### 3.7 Espessura Muscular

A espessura muscular (EM) foi avaliada por meio de ultrassonografia modo-B (Philips-VMI). Trata-se de método confiável e com boa relação custo-benefício para analisar o tamanho muscular (REEVES; MAGANARIS; NARICI, 2004). Foi analisada a EM do quadríceps femoral (isto é, reto femoral e vasto intermédio) do membro inferior dominante de cada voluntária. As avaliações pós TF foram realizadas de três a seis dias após a última sessão de treino no intuito de evitar que o inchaço muscular decorrente do TF interferisse na medida (GENTIL; SOARES; BOTTARO, 2015). As medidas foram realizadas com as participantes em uma maca, em decúbito dorsal e após dez minutos de repouso. Para localizar o ponto de medida no quadríceps, uma trena antropométrica foi posicionada ao longo do comprimento da coxa, desde a borda superior da patela até a espinha íliaca anterossuperior. Uma marca foi feita com uma caneta de tinta semipermanente a 50% dessa distância, usando como ponto de partida a borda superior da patela (GILES et al., 2014). Um esparadrapo foi posicionado transversalmente sobre a marca de caneta com o objetivo de permitir que a análise das imagens fosse realizada no mesmo ponto nos momentos pré e pós TF.

Para adquirir as imagens, um transdutor linear de 7,5Hz foi posicionado sobre a pele das participantes numa posição perpendicular em relação ao esparadrapo. Foi utilizado gel condutor para ultrassom no intuito de minimizar a compressão muscular pelo transdutor e três imagens foram adquiridas para posterior análise. Todas as imagens foram extraídas do equipamento de ultrassom no formato JPEG e analisadas no *software* Image J, versão 1.50i (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA). O mesmo investigador adquiriu as imagens e realizou as medidas da EM. O coeficiente de correlação intraclasse para este avaliador é 0,98. A figura 6 ilustra o procedimento de aquisição das imagens e medida da EM.

**Figura 6.** Aquisição da imagem no ultrassom e medida da EM.



*Nota:* A medida da EM foi realizada exatamente ao lado da faixa escura propiciada pelo esparadrapo, entre a borda inferior da fásia do reto femoral e a borda superior do fêmur, como indicado pela linha vertical amarela.

### 3.8 Pico de torque, trabalho total e fadiga

O desempenho muscular foi avaliado através da medida de três variáveis, a saber, pico de torque isocinético (PT), trabalho total (TT) e percentual de fadiga muscular. Todas foram avaliadas em um dinamômetro isocinético *Biodex System IV* (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). A calibração do equipamento foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante. As voluntárias foram posicionadas no equipamento sentadas com o eixo de rotação do dinamômetro alinhado com o côndilo lateral do fêmur do joelho dominante. Correias foram utilizadas para estabilizar a coxa, pelve e tronco a fim de evitar outros movimentos corporais (CELES et al., 2010). Os ajustes de posicionamento de cada voluntária foram registrados para que fossem repetidos no pós teste.

A avaliação do PT consistiu de duas séries de quatro repetições concêntricas máximas de extensão do joelho dominante a uma velocidade angular de  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  com um minuto de intervalo entre as séries. Na fase de flexão, a velocidade foi ajustada para  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  afim de enfatizar o esforço máximo na extensão. O maior valor atingido considerando-se as duas séries foi considerado o PT. Foi utilizada uma amplitude de movimento de  $85^{\circ}$  de flexão-extensão do joelho, ou seja, considerando a extensão completa do joelho como  $0^{\circ}$ , o movimento tinha início em  $90^{\circ}$  de flexão e era finalizado em  $5^{\circ}$ , próximo a extensão completa.

A avaliação do TT e da fadiga muscular consistiu de uma série de 30 repetições concêntricas máximas de extensão do joelho a uma velocidade angular de  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  (com a velocidade ajustada para  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  na flexão) e foi realizada um minuto após a segunda série de

avaliação do pico de torque. A fadiga foi calculada como o percentual de queda no torque durante a série por meio da seguinte equação:

$$Fadiga = (pico\ de\ torque - torque\ mínimo) * 100 / pico\ de\ torque$$

A média das três últimas repetições foi considerada como o torque mínimo. Todos os testes foram precedidos por uma série de familiarização, na qual as voluntárias realizaram dez repetições submáximas a uma velocidade angular de 120°/s. Estímulo verbal e *feedback* visual através do monitor do computador do dinamômetro foram dados às participantes para encorajá-las e realizar esforço máximo durante todas as séries. O mesmo investigador realizou todas as avaliações. A figura 7 apresenta a realização de uma avaliação realizada no dinamômetro isocinético.

**Figura 7.** Realização da avaliação no dinamômetro isocinético.



*Nota:* A avaliação do PT, TT e fadiga foram realizadas logo após a ultrassonografia.

### 3.9 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através de estatística descritiva e inferencial, utilizando-se os procedimentos de média e desvio padrão ( $\pm DP$ ). Foi realizado cálculo amostral *a priori* utilizando o *software* G\*Power, versão 3.1.9.2 (Kiel, Alemanha). Foram adotados erro  $\alpha$  de 0,5 e poder  $(1-\beta) = 0,95$ . O tamanho do efeito  $f$  foi estabelecido em 0,50 com base em um estudo piloto no qual a média do  $Eta^2$  observada para as variáveis de

desempenho e espessura muscular foi 0,20. Assim, a amostra total mínima calculada foi  $n = 21$ . No presente estudo, a amostra total final foi de  $n = 42$ .

Para analisar as diferenças entre grupos e em relação aos momentos pré e pós intervenção foi realizada anova fatorial mista 3x2 (grupos \* tempo) com ajuste de Bonferroni. O teste T independente foi utilizado para comparar o volume total de treino, a adesão ao treino e à suplementação entre os grupos GV e GP. Além disso, o tamanho do efeito dos tratamentos foi calculado utilizando-se a seguinte equação (RHEA, 2004):

$$\text{Tamanho do Efeito} = \text{Média do pós} - \text{Média do pré} / \text{Desvio padrão do pré}$$

O nível de significância adotado foi de  $P \leq 0,05$ . Toda as análises foram realizadas no *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 20.0, IBM, Armonk, New York, EUA) para Windows.

## CAPÍTULO IV

## 4 RESULTADOS

As características descritivas da amostra antes do início do TF e da suplementação, bem como a adesão à intervenção são apresentadas na tabela 5. Não houve diferença significativa entre os grupos em nenhuma variável ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 5.** Características descritivas da amostra antes do início do TF (Média  $\pm$  DP).

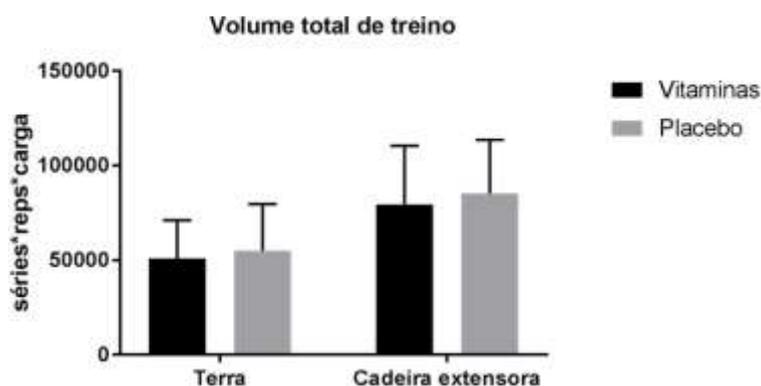
Variável	Grupo		
	GV (n=15)	GP (n=12)	GC (n=15)
Idade (anos)	23,7 $\pm$ 1,6	24,0 $\pm$ 2,9	23,6 $\pm$ 3,6
Massa corporal (kg)	58,4 $\pm$ 9,9	63,2 $\pm$ 10,8	55,2 $\pm$ 11,5
Estatuta (m)	1,62 $\pm$ 0,07	1,64 $\pm$ 0,05	1,62 $\pm$ 0,05
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,2 $\pm$ 2,9	23,4 $\pm$ 3,6	21,1 $\pm$ 3,9
Massa muscular (%)	27,1 $\pm$ 2,3	25,9 $\pm$ 3,3	27,7 $\pm$ 2,8
Massa gorda (%)	32,4 $\pm$ 4,8	35,7 $\pm$ 8,0	30,8 $\pm$ 8,2
Ingestão calórica (Kcal)	2016,7 $\pm$ 362,6	2044,9 $\pm$ 462,8	1859,0 $\pm$ 366,1
Carboidratos (%)	49,9 $\pm$ 5,0	54,3 $\pm$ 2,9	51,9 $\pm$ 6,2
Lipídeos (%)	34,0 $\pm$ 4,5	30,2 $\pm$ 3,2	30,5 $\pm$ 5,8
Proteínas (%)	14,8 $\pm$ 3,2	15,3 $\pm$ 1,9	17,2 $\pm$ 2,9
Vitamina C (mg)	380,6 $\pm$ 708,9	125,2 $\pm$ 119,8	388,0 $\pm$ 584,8
Vitamina E (mg)	4,6 $\pm$ 3,1	4,1 $\pm$ 2,3	4,4 $\pm$ 4,5
Adesão ao treinamento (%)	89,3 $\pm$ 5,6	89,2 $\pm$ 4,7	NA
Adesão à suplementação (%)	95,9 $\pm$ 3,4	94,7 $\pm$ 5,3	NA

Nota: GV: grupo vitaminas. GP: Grupo placebo. GC: Grupo controle. NA: não se aplica.

IMC: índice de massa corporal.

No que se refere ao volume total de treino realizado após as dez semanas, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos GV e GP em nenhum dos exercícios (Figura 8).

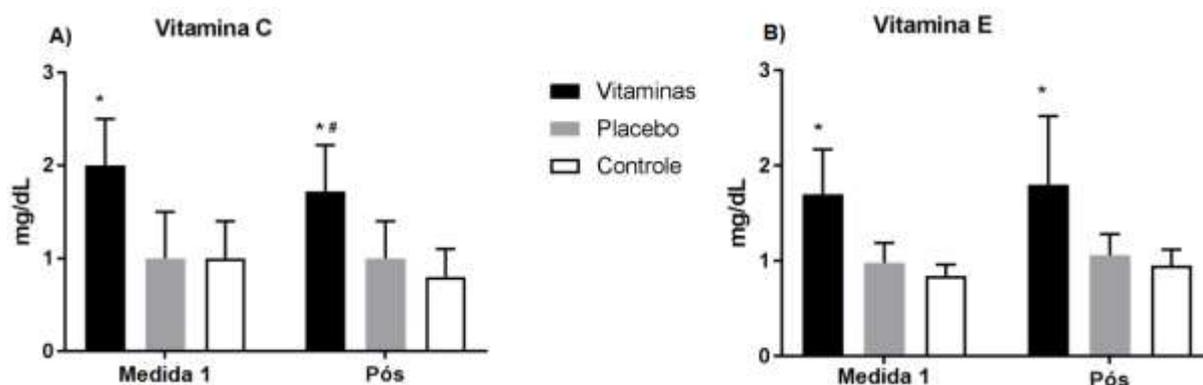
**Figura 8.** Volume total de treino em cada exercício de membro inferior.



Nota: Valores expressos em toneladas. Não houve diferença entre os grupos.

A concentração sanguínea de vitamina C e E apresentou-se significativamente elevada no GV em relação ao GP e ao GC em ambos os momentos (Figura 9A e 9B), indicando que a suplementação efetivamente aumentou os níveis sanguíneos das vitaminas. Adicionalmente, um valor significativamente menor de vitamina C foi observado no momento pós no GV (Figura 9A). Digno de nota, nenhuma das participantes apresentou deficiência ( $< 0,05$  mg/dL) das vitaminas analisadas no sangue.

**Figura 9.** Concentração de vitaminas antioxidantes nos dois momentos avaliados.



Nota: \*  $P < 0,05$  em relação ao placebo e ao controle no mesmo momento. #  $P < 0,05$  em relação à medida 1.

#### 4.1 Força, trabalho total, fadiga e espessura muscular

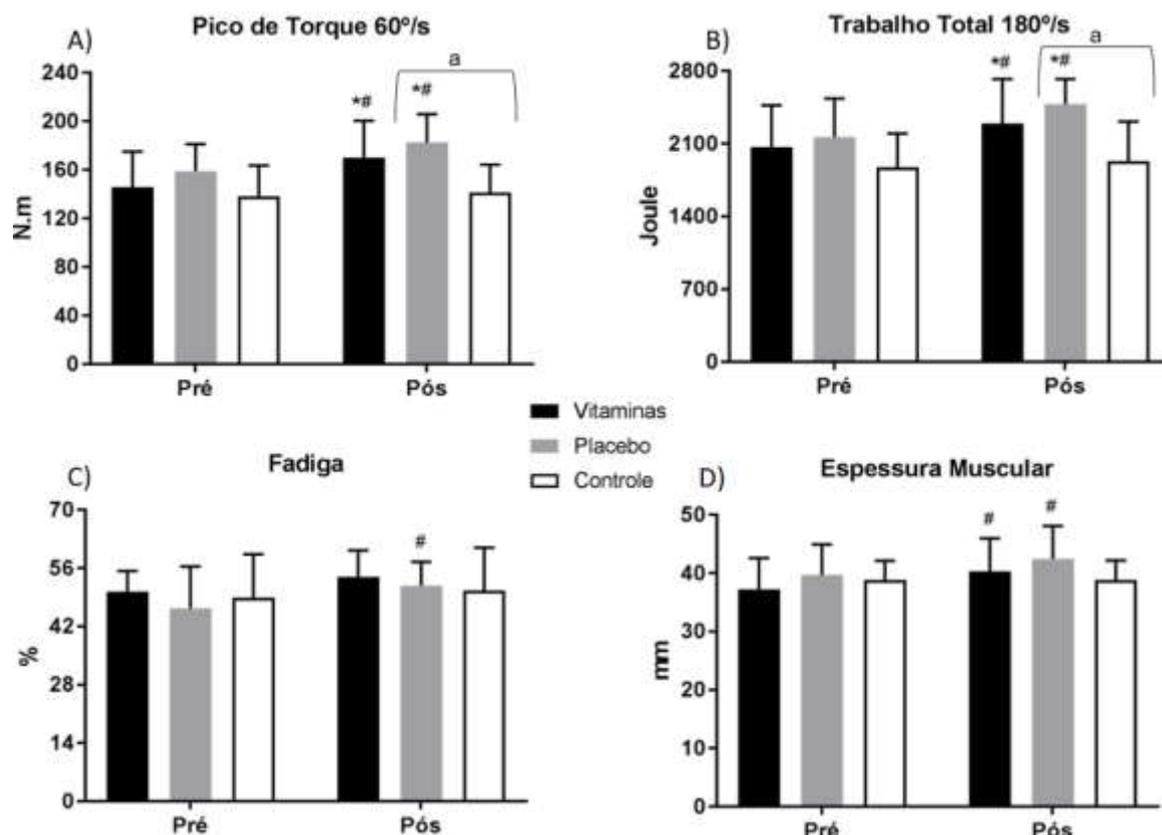
Não foram observadas diferenças significantes entre grupos em nenhuma das variáveis antes do início do TF (Tabela 6 e Figura 10).

**Tabela 6.** Variáveis dependentes antes e após as dez semanas de TF (Média ± DP).

Variável	GV		GP		GC	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
PT (N/m)	146,0 ± 29,1	170,1 ± 30,3*#	158,9 ± 22,4	182,7 ± 23,2*#	138,2 ± 25,4	141,5 ± 22,8
TT (J)	2068,3 ± 401,2	2295,5 ± 426,8*#	2165,1 ± 369,5	2480,8 ± 241,3*#	1871,9 ± 328,4	1930,3 ± 383,5
Fadiga (%)	50,4 ± 5,0	53,9 ± 6,3	46,4 ± 10,0	51,9 ± 5,7#	48,9 ± 10,5	50,6 ± 10,3
EM (mm)	37,2 ± 5,4	40,3 ± 5,6#	39,7 ± 5,2	42,5 ± 5,6#	38,9 ± 3,3	38,8 ± 3,3

Nota: #  $P < 0,05$  em relação ao pré. \*  $P < 0,05$  em relação ao grupo controle no momento pós.

Após as dez semanas de TF, tanto o grupo GV quanto o GP apresentaram PT significativamente maior comparado ao GC ( $P < 0,05$ ). Além disso, tanto o GV quanto o GP apresentaram ganho significativo de PT em relação ao momento pré TF ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6 e Figura 10A). Contudo, ainda no que diz respeito ao PT, foi observado um efeito grupo significativo ( $F = 5,2$ ;  $P = 0,01$ ), sendo que o ajuste de Bonferroni mostrou que apenas o GP apresentou ganho significativamente maior do que o GC ( $P = 0,01$ ) (Figure 10A). Resultado similar ao PT foi observado no que se refere ao TT. Tanto o GV quanto o GP apresentaram TT significativamente mais elevado do que o GC no momento pós TF ( $P < 0,05$ ). Além disso, tanto o GV quanto o GP apresentaram ganho significativo de TT em relação ao momento pré TF ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6 e Figura 10B). Novamente, um efeito grupo significativo ( $F = 5,1$ ;  $P = 0,01$ ) foi observado, de maneira que somente o GP apresentou diferença significativa em relação ao GC ( $P = 0,01$ ) (Figure 10B). Não houve interação entre grupos no que se refere à fadiga muscular. Entretanto, comparado aos valores antes do início da intervenção, o GP foi o único que apresentou aumento significativo na avaliação pós TF ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6 e Figura 10C). No que diz respeito à EM a análise de variância mostrou interação grupo\*tempo significativo ( $F = 4,0$ ;  $P = 0,03$ ). Contudo, o efeito grupo não foi significativo ( $F = 1,1$ ;  $P = 0,4$ ) e não foram observadas diferenças entre grupos no momento pós intervenção. Tanto o GV quanto o GP apresentaram aumento significativo da EM quando comparado aos valores anteriores ao período de TF ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6 e Figura 10D).

**Figura 10.** Variáveis dependentes antes e após as dez semanas de TF.

Nota: #  $P < 0,05$  em relação ao pré. \*  $P < 0,05$  em relação ao grupo controle no momento pós. <sup>a</sup>  $P = 0,01$  em relação ao GC (efeito grupo).

Ao se considerar indivíduos destreinados, caso do presente estudo, o tamanho do efeito pode ser categorizado como trivial ( $< 0,50$ ), pequeno (de  $0,50$  a  $1,25$ ), moderado (entre  $1,25$  e  $1,90$ ) e grande ( $> 2,0$ ) (RHEA, 2004). Os resultados dessa investigação mostram que o tamanho do efeito variou entre trivial e moderado, com valores maiores no GP para PT e TT.

**Tabela 7.** Tamanho do efeito para as variáveis dependentes.

Variável	Grupo		
	GV	GP	GC
PT $60^{\circ}.s^{-1}$	0.83	1.07	0.13
TT $180^{\circ}.s^{-1}$	0.57	0.85	0.18
EM	0.58	0.53	-0.01
Fadiga	0.72	0.55	0.17

Nota: PT: pico de torque. TT: trabalho total. EM: espessura muscular.

## CAPÍTULO V

### 5 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi analisar o efeito crônico do TF combinado com a suplementação de vitamina C e E sobre a força, trabalho total e fadiga (isto é, desempenho), bem como sobre a espessura muscular de mulheres universitárias destreinadas. O principal achado do presente estudo foi que um efeito grupo significativo foi observado para o PT e o TT, de maneira que apenas o GP alcançou ganho significativo em relação ao GC. Esse resultado aponta para o fato de que, pelo menos em jovens destreinados, a suplementação com vitaminas C e E pode ser não apenas inócua, mas prejudicial ao ganho de força.

Os efeitos da suplementação com vitamina C e/ou E sobre as respostas agudas ao TF foram estudados anteriormente. Há evidência de que a suplementação diária de vitamina C (500mg) e E (1200UI) pode melhorar o desempenho muscular de jovens destreinados durante e após a realização de exercício excêntrico (SHAFAT et al., 2004). Adicionalmente, um estudo prévio relatou que a suplementação com vitamina C (1g), E (400UI) e selênio (90µg) durante 14 dias que antecederam uma sessão de exercício excêntrico de flexão do cotovelo foi capaz de atenuar o acréscimo de alguns biomarcadores de EO (isto é, proteínas carboniladas e malondialdeído) em mulheres jovens destreinadas (GOLDFARB; BLOOMER; MCKENZIE, 2005). Resultados como esses fizeram aumentar o interesse pelo potencial efeito ergogênico da suplementação de vitaminas antioxidantes em longo prazo e alguns estudos foram publicados a esse respeito.

Por exemplo, em dois estudos distintos, mas adotando o mesmo protocolo de treino e de avaliação (THEODOROU et al., 2011; YFANTI et al., 2017), um grupo de pesquisadores analisou homens experientes em TF utilizando a mesma dose diária de vitaminas utilizada no presente estudo, mas um protocolo de TF isocinético (descrito na tabela 3). Eles observaram que alterações induzidas pelo treinamento relacionadas ao desempenho muscular (isto é, PT isométrico) após quatro semanas de treino foram similares entre os grupos placebo e suplementado. Ou seja, a suplementação não interferiu de nenhuma maneira nas adaptações ao treino. De certa forma, esse resultado é similar ao da presente investigação, na qual também não foram observadas diferenças no PT entre o GV e o GP. No entanto, mais comparações com os dois estudos citados são difíceis, uma vez que, no presente estudo, um terceiro grupo (GC) foi utilizado e apenas o GP apresentou ganho de força significativo em relação ao GC.

Outros dois estudos anteriores também avaliaram alterações na força muscular em resposta ao TF combinado com a suplementação de vitamina C e E (BJØRNSSEN et al., 2016; BOBEUF et al., 2011). Em consonância com os achados de Theodorou et al. e Yfanti et al., esses estudos também indicam total ausência de efeito da suplementação de vitaminas sobre a força. É relevante mencionar que tanto Bobeuf et al. (BOBEUF et al., 2011), quanto Bjornsen et al. (BJØRNSSEN et al., 2016) avaliaram a força de idosos por meio de testes de 1RM antes e após seis meses de TF tradicional e dozes semanas de TF adotando periodização ondulatória, respectivamente., ao passo que os trabalhos de Theodorou et al. e Yfanti et al. avaliaram o PT de homens adultos treinados após treinamento isocinético. De acordo com os achados desses quatro estudos, pode-se inferir que a suplementação de vitaminas C e E não proporciona ganho significativo de força independentemente da amostra (adultos/idosos) e da manipulação das variáveis do TF, tais como, modelo de periodização, duração e tipo de TF.

Para além disso, Paulsen e colaboradores (PAULSEN et al., 2014) mostraram que o ganho de força de membros superiores (isto é, flexão de cotovelo) foi significativamente maior no grupo placebo (+17.1 vs +7.6%) quando comparado ao grupo suplementação (1g de vitamina C e 235mg de E) após dez semanas de TF de intensidade progressiva. Nesse estudo, o TF foi realizado quatro vezes por semana por homens e mulheres jovens. Esses achados estão parcialmente de acordo com o presente estudo, no qual, embora não tenha havido diferença entre o GV e o GP, apenas o GP apresentou ganho significativo de força em relação ao GC (efeito grupo). Adicionalmente, a presente investigação apresenta o novo resultado de que apenas o GP aumentou significativamente a capacidade de realizar trabalho muscular (isto é, o trabalho total) em relação ao GC. Isso indica que o possível efeito ergogênico decorrente da ação antioxidante das vitaminas não se concretiza do ponto de vista crônico.

Em conjunto, os achados de Paulsen e colaboradores (PAULSEN et al., 2014) e os do presente estudo apontam para o fato de que a suplementação com vitaminas C e E pode ser não apenas inócua, mas prejudicial ao ganho de força. Isso é o oposto do que poderia ser inferido a partir dos resultados de estudos com protocolos agudos de TF e contraria a “lógica” de que a neutralização de ERO é benéfica para o desempenho muscular. Pode-se especular que uma possível explicação para tais resultados é uma adaptação mais evidente do sistema de defesa antioxidante endógeno das participantes do GP em resposta ao TF (AZIZBEIGI et al., 2013; ÇAKIR-ATABEK et al., 2010; RIBEIRO et al., 2017; VINCENT et al., 2002). Isso porque uma elevação moderada na produção de ERO pode ser essencial para tal adaptação e para a contratilidade muscular e produção de força (POWERS; JACKSON, 2008). Dessa

maneira, a neutralização de ERO por meio da suplementação pode ser prejudicial à atividade contrátil do ponto de vista crônico, uma vez que o excesso de antioxidantes exógenos atenuaria não apenas a melhora do sistema de defesa antioxidante, mas também a capacidade de contração das fibras musculares, que pode ser regulada positivamente pela ação de quantidades moderadas de ERO (POWERS; NELSON; HUDSON, 2011). Evidência disso é o fato de que apenas o GP apresentou diferença significativa no PT e TT em relação ao GC após as dez semanas de TF. A análise do tamanho do efeito reforça essa interpretação, uma vez que o GP apresentou valores maiores do que os outros grupos no que diz respeito ao PT e TT (Tabela 7).

Esse entendimento de que uma certa quantidade de ERO promove efeitos fisiológicos e funcionais benéficos corrobora o conceito de hormese, no qual a exposição regular ao estresse aumenta a resistência orgânica ao mesmo com o passar do tempo (MERRY; RISTOW, 2016). No caso do TF, a extensão na qual as ERO são lesivas ou potencializam a adaptação dependem da duração e intensidade do TF, bem como no estado nutricional e de treinamento dos indivíduos (BRAAKHUIS; HOPKINS, 2015). Em adição, existe evidência de que o consumo prolongado (isto é, aproximadamente 3 anos) de antioxidantes sintéticos, particularmente a vitamina E e o  $\beta$ -caroteno, ao mitigar o efeito benéfico da exposição ao EO, esteja associado a maior taxa de mortalidade por todas as causas (BJELAKOVIC; NIKOLOVA; GLUUD, 2013).

Para além disso, a presente investigação não reporta diferença entre grupos na fadiga muscular. Assim, a suplementação não foi eficaz em reduzir a fadiga e melhorar a atividade muscular do GV em comparação ao GP e ao GC. De forma interessante, apesar de apenas o GP ter apresentado aumento significativo no percentual de fadiga após o TF, isso ocorreu aliado a um importante aumento no PT e no TT que foi significativamente superior em relação ao GC. Nesse sentido, apesar de o excesso de ERO poder afetar a liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático e gerar fadiga aguda (REID, 2016), parece haver, ao mesmo tempo, um estado redox celular ótimo no qual as condições sejam ideais para a produção de força (POWERS; JACKSON, 2008; POWERS; NELSON; HUDSON, 2011). Portanto, quantidades moderadas de ERO podem auxiliar a geração de força e trabalho muscular, ao passo que sua neutralização por antioxidantes exógenos pode atrapalhar tanto quanto o EO exacerbado.

No que diz respeito à hipertrofia muscular, Paulsen et al. (PAULSEN et al., 2014) reportaram que dez semanas de TF combinado com a suplementação de vitamina C (1g) e E (235mg) não altera o crescimento muscular (analisado por ressonância magnética) de homens

e mulheres treinados quando comparado a um grupo placebo. Nesse sentido, o estudo de Bobeuf et al (BOBEUF et al., 2011), realizado com idosos, reportou aumento semelhante de massa muscular entre o grupo placebo e o grupo que suplementou com vitaminas após seis meses de TF. Notavelmente, além de discrepâncias em relação a amostra, a duração dos experimentos foi muito diferente entre esses dois estudos (Tabela 3), o que limita comparações adicionais entre eles. Semelhantemente, no presente trabalho, o crescimento muscular (medido por ultrassonografia) não foi significativamente diferente entre os grupos após o término do TF. Considerando que tanto o GV quanto o GP apresentaram aumento da EM comparado ao momento pré intervenção, é plausível afirmar que a suplementação não influenciou a adaptação da massa muscular induzida pelo TF nas participantes do presente estudo.

O processo de envelhecimento está relacionado a um aumento excessivo na produção de ERO (DURACKOVA, 2010; PISOSCHI; POP, 2015). Com base nisso, poderia ser hipotetizado que a suplementação de antioxidantes previna o EO em idosos e potencialize a adaptação ao TF. Portanto, foi hipotetizado na literatura que idosos se beneficiem da suplementação de antioxidantes no que se refere à preservação da massa magra, por exemplo. Nesse sentido, Bobeuf e colaboradores (BOBEUF et al., 2010) relataram um efeito benéfico (ganho de 1,2kg de massa muscular) da suplementação de vitamina C e E (1g de C e 400UI de E) em combinação com o TF sobre o aumento de massa muscular de idosos de ambos os sexos. Os autores observaram que o ganho de massa muscular foi significativamente maior em relação aos outros três grupos avaliados (isto é, apenas TF, apenas pílulas placebo, e apenas suplementação de vitaminas). Os autores discutem que as vitaminas provavelmente reduzem o dano e/ou elevam a síntese proteica associada ao TF na população idosa. Contudo, eles não mediram síntese ou oxidação de proteínas.

Por outro lado, o estudo recente de Bjornsen et al. (BJØRNSEN et al., 2016) mostrou resultados diferentes. Os autores relataram que a EM do reto femoral de homens idosos aumentou mais (16.2 vs 10.9%,  $P < 0,05$ ) no grupo placebo do que no grupo que recebeu suplementação de vitamina C (1g) e E (235mg) após doze semanas de TF com periodização ondulatória. Nessa direção, tem sido argumentado na literatura que as ERO são moléculas de sinalização para o anabolismo do músculo esquelético (POWERS et al., 2010), especialmente quando quantidade moderada é produzida subsequentemente a atividade contrátil muscular. Possíveis mecanismos fisiológicos que explicam a participação das ERO na síntese proteica incluem a alteração na expressão gênica por meio da sinalização de enzimas quinases, a

proliferação de células satélites, a ativação de receptores de fatores de crescimento semelhante a insulina (isto é, receptor de IGF-1) e também a ativação de fatores transcricionais (isto é, NF- $\kappa$ B) (HANDAYANINGSIH et al., 2011; POWERS et al., 2010; SCHOENFELD, 2010). Assim, Bjornsen et al. (BJØRNSSEN et al., 2016) discutem que o uso de antioxidantes exógenos com o intuito de modular o processo de envelhecimento pode suprimir ações fisiológicas importantes mediadas por ERO e, destarte, atenuar o crescimento muscular em idosos.

De fato, estudos *in vitro* (HANDAYANINGSIH et al., 2011) e em modelo animal (MAKANAE et al., 2013) suportam essa explicação. Por exemplo, Makanae e colaboradores (MAKANAE et al., 2013) demonstraram que a administração oral de vitamina C atenua a hipertrofia induzida por sobrecarga mecânica do músculo plantar em ratos. Segundo esses autores, o excesso de vitamina C pode suprimir vias de sinalização de hipertrofia que podem ser ativadas por ERO, como a ERK1/2 e a p70S6K. No entanto, os resultados do presente estudo não dão suporte a essa explicação, uma vez que não houve diferença entre os grupos no que se refere a EM. Em outras palavras, o resultado desse estudo não corrobora a potencialização do ganho de massa muscular encontrado por Boebuf et al. (BOBEUF et al., 2010), tampouco a atenuação relatada por Bjornsen et al. (BJØRNSSEN et al., 2016). A razão provável para essa discrepância de resultados pode residir nas diferenças de delineamento experimental entre os estudos. Além do fato de que os resultados ora apresentados se referem a mulheres jovens, nos dois estudos citados a intervenção durou mais tempo e adotou uma frequência semanal de treino maior do que no presente trabalho (isto é, três vs duas vezes). Dessa forma, é razoável inferir que uma intervenção mais longa do que dez semanas com um volume de treino mais elevado seja mais apropriada para observar alteração significativa na EM entre os grupos, se houver.

Nesse sentido, diversos fatores podem estar relacionados aos diferentes resultados reportados na literatura, especialmente quanto a hipertrofia. Esquemas de periodização do TF, volume, intensidade, duração da intervenção e idade dos participantes podem interferir nos resultados (BRAAKHUIS; HOPKINS, 2015). Além disso, os níveis basais de vitaminas e a dose diária da suplementação também são fatores importantes a serem considerados. Há relato na literatura, por exemplo, de que um nível sanguíneo baixo de vitamina C se associa com a queda no desempenho, e que isso pode ser revertido com a suplementação (PASCHALIS et al., 2016). Digno de nota, a dose de suplementação adotada no presente estudo foi similar à

utilizada nos trabalhos anteriores. Possivelmente, doses diferentes poderão resultar em respostas também diferentes no que se refere ao ganho de força e massa muscular.

Adicionalmente, o estado de treinamento e o gênero dos participantes são aspectos importantes a serem considerados. Por apresentarem adaptação positiva nos sistemas de defesa antioxidante, o EO proveniente do TF passa, com o tempo, a ser mínimo em indivíduos treinados (BLOOMER et al., 2006, 2007). Isso pode estar relacionado à ausência de efeitos da suplementação em alguns estudos que avaliaram homens treinados (THEODOROU et al., 2011; YFANTI et al., 2017). Semelhantemente, o gênero pode ser um fator interveniente nos resultados, uma vez que as mulheres podem apresentar níveis basais mais elevados de vitamina E e outros antioxidantes do que os homens (GOLDFARB; MCKENZIE; BLOOMER, 2007). É relevante mencionar que nenhuma das participantes desse estudo apresentou deficiência de vitaminas (DEICHER et al., 2005). Ademais, a análise sanguínea evidenciou que o GV apresentou níveis significativamente mais elevados de vitamina C e E do que os outros grupos nos dois momentos avaliados. Isso corrobora a literatura anterior que mostrou que após 15 dias de suplementação, a vitamina E apresenta-se elevada em relação aos valores iniciais e que essa elevação permanece significativa caso a suplementação seja mantida (MEYDANI et al., 1997).

Há limitações no presente trabalho. Primeiramente, a taxa de síntese proteica no músculo esquelético não foi analisada, tampouco os biomarcadores sanguíneos de capacidade antioxidante, anabolismo (por exemplo o IGF-1), e de dano oxidativo. Tais análises poderiam ter lançado luz sobre os mecanismos fisiológicos associados aos resultados. Mesmo assim, trata-se de um estudo com delineamento experimental robusto, isto é, aleatorizado, duplo cego e controlado por placebo. Adicionalmente, foi utilizado um GC sem exercício e sem suplementação, fato que fortalece ainda mais o estudo e que possibilitou um aprofundamento da análise dos resultados. Em segundo lugar, o uso de medicamentos anticoncepcionais não foi controlado durante o estudo. Foi sugerido em estudo anterior que o estrogênio (presente em drogas contraceptivas) pode atuar no sentido de aumentar a resistência ao EO (BABA et al., 2005), o que faria com que as participantes usando tais medicamentos apresentassem defesa antioxidante ainda maior. Entretanto, as participantes que reportaram uso de contraceptivos foram aleatoriamente distribuídas entre os grupos GV e GP. Dessa maneira, é improvável que os resultados tenham sofrido interferência nesse sentido. Finalmente, o consumo de alimentos e bebidas ricos em antioxidantes durante o estudo não foi avaliado.

Porém, as voluntárias receberam orientações de uma nutricionista para que os evitassem ao longo do período de TF.

## 5.1 Conclusão

Em síntese, os resultados do presente estudo sugerem que a suplementação de vitaminas não interfere na hipertrofia muscular de mulheres jovens destreinadas. No entanto, corroboram estudos anteriores e indicam que a suplementação com vitaminas C e E pode atenuar o ganho de força e de capacidade de realizar trabalho (isto é, PT e TT) relacionado ao TF. Ou seja, não há efeito ergogênico secundário ao efeito antioxidante da suplementação. Essa conclusão se baseia no fato de que apenas as participantes que receberam cápsulas placebo apresentaram adaptações de maior magnitude quando comparadas ao GC. A análise do tamanho do efeito corrobora tal interpretação, uma vez que o GP apresentou valores maiores no PT e TT. Portanto, a hipótese nula da presente investigação pode ser rejeitada. Nesse sentido, suporta-se a noção recente na literatura de que, ao invés de somente prejudiciais, as ERO produzidas durante o exercício constituem uma complexa rede de sinalização celular que culmina em benefícios ao músculo esquelético (GOMES; SILVA; OLIVEIRA, 2012; POWERS et al., 2010).

Os resultados do presente estudo têm relevante aplicação prática, pois podem auxiliar nutricionistas e os diversos grupos populacionais que fazem uso da suplementação com essas vitaminas sobre o efeito dessa suplementação sobre o desempenho muscular. Mesmo assim, investigações adicionais e uma avaliação crítica das situações que podem requerer a suplementação de antioxidantes durante o TF são necessárias (por exemplo, hipovitaminose e EO exacerbado). Estudos futuros poderiam enfatizar o efeito da suplementação aliada ao TF no estado redox muscular e nas respostas de hormônios anabólicos em diferentes populações e sua implicação na hipertrofia. Doses diárias diferentes, particularmente, doses menores, bem como períodos mais longos de TF com um volume semanal maior também poderiam ser enfatizados em estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19204579>>.

AVERY, N. G. et al. Effects of vitamin E supplementation on recovery from repeated bouts of resistance exercise. **Journal of Strength And Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 801–809, 2003.

AZIZBEIGI, K. et al. The effect of progressive resistance training on oxidative stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in untrained men. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 23, n. 3, p. 230–238, 2013.

BABA, T. et al. Estrogen, insulin, and dietary signals cooperatively regulate longevity signals to enhance resistance to oxidative stress in mice. **Journal of Biological Chemistry**, v. 280, n. 16, p. 16417–16426, 2005.

BAILEY, D. M. et al. Electron paramagnetic spectroscopic evidence of exercise-induced free radical accumulation in human skeletal muscle. **Free radical research**, v. 41, n. February, p. 182–190, 2007.

BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo : avaliação de marcadores. **Nutrire**, v. 33, n. 2, p. 111–128, 2008.

BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo: Conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutricao**, v. 23, n. 4, p. 629–643, 2010.

BARROS, J. A. C. DE; JOANY, S. Anúncios de medicamentos em revistas médicas: ajudando a promover a boa prescrição? **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 4, p. 891–898, 2002.

BJELAKOVIC, G.; NIKOLOVA, D.; GLUUD, C. Antioxidant supplements to prevent mortality. **JAMA : the journal of the American Medical Association**, v. 310, n. 11, p. 1178–9, 2013.

BJØRNSSEN, T. et al. Vitamin C and E supplementation blunts increases in total lean body mass in elderly men after strength training. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 26, p. 755–763, 2016.

BLOOMER, R. et al. Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Blood Markers of Oxidative Stress. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 276–85, 2005.

BLOOMER, R. J. et al. Oxidative stress response in trained men following repeated squats or sprints. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 8, p. 1436–1442, 2006.

BLOOMER, R. J. et al. Prior exercise and antioxidant supplementation: effect on oxidative stress and muscle injury. **Journal of International Society of Sports Nutrition**, v. 4, n. 9, 2007.

BLOOMER, R. J.; GOLDFARB, A. H. Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. **Canadian journal of applied physiology**, v. 29, n. 3, p. 245–263, 2004.

BOBEUF, F. et al. Effects of resistance training combined with antioxidant supplementation on fat-free mass and insulin sensitivity in healthy elderly subjects. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 87, n. 1, p. 2009–2011, 2010.

BOBEUF, F. et al. Combined effect of antioxidant supplementation and resistance training on oxidative stress markers, muscle and body composition in an elderly population. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 15, n. 10, p. 883–9, 2011.

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

BRAAKHUIS, A. J.; HOPKINS, W. G. Impact of Dietary Antioxidants on Sport Performance: A Review. **Sports Medicine**, v. 45, n. 7, p. 939–955, 2015.

BRYER, S.; GOLDFARB, A. Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 16, p. 270–280, 2006.

ÇAKIR-ATABEK, H. et al. Effects of Different Resistance Training Intensity on Indices of Oxidative Stress. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 9, p. 2491–

2497, 2010.

CELES, R. et al. Gender muscle recovery during isokinetic exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 12, p. 866–869, 2010.

COBLEY, J. N. et al. Exercise redox biochemistry: Conceptual, methodological and technical recommendations. **Redox Biology**, v. 12, n. February, p. 540–548, 2017.

CRUZAT, V. F. et al. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 5, p. 336–342, 2007.

DAVIES, K. J. A. et al. Free radicals and tissue damage produced by exercise. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 107, n. 4, p. 1198–1205, 1982.

DEICHER, R. et al. Low Total Vitamin C Plasma Level Is a Risk Factor for Cardiovascular Morbidity and Mortality in Hemodialysis Patients. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 16, p. 1811–1818, 2005.

DEMINICE, R. et al. Blood and salivary oxidative stress biomarkers following an acute session of resistance exercise in humans. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 9, p. 599–603, 2010.

DEMINICE, R. et al. Oxidative Stress Biomarker Responses to an Acute Session of Hypertrophy-Resistance Traditional Interval Training and Circuit Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 798–804, 2011.

DURACKOVA, Z. Some Current Insights into Oxidative Stress. **Physiological Research**, v. 8408, n. NOVEMBER 2009, p. 459–469, 2010.

EGAN, B.; ZIERATH, J. R. Exercise Metabolism and the Molecular Regulation of Skeletal Muscle Adaptation. **Cell Metabolism**, v. 17, n. 2, p. 162–184, 2013.

EMBUSCADO, M. E. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants - A mini review. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 811–819, 2015.

ENSTROM, J. E.; KANIM, L. E.; KLEIN, M. A. Vitamin C intake and mortality among a sample of the United States population. **Epidemiology**, v. 3, n. 3, p. 194–202, 1992.

EVANS, W. J. Vitamin E , vitamin C , and exercise. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, p. 647S–652S, 2000.

FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61–68, 1997.

FERREIRA, F.; FERREIRA, R.; DUARTE, J. A. Stress oxidativo e dano oxidativo muscular esquelético : Influência do exercício agudo inabitual e do treino físico. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 7, n. 2, p. 257–275, 2007.

FOX, S. I. **Fisiologia Humana**. 7. ed. ed. Barueri, SP: Manole, 2007.

GENTIL, P.; BOTTARO, M. Effects of Training Attendance on Muscle Strength of Young Men after 11 Weeks of Resistance Training. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 4, n. 2, p. 101–106, 2013.

GENTIL, P.; SOARES, S.; BOTTARO, M. Single vs. Multi-Joint Resistance Exercises: Effects on Muscle Strength and Hypertrophy. **Asian journal of sports medicine**, v. 6, n. 2, p. e24057, jun. 2015.

GILES, L. S. et al. Can ultrasound measurements of muscle thickness be used to measure the size of individual quadriceps muscles in people with patellofemoral pain? **Physical Therapy in Sport**, v. 16, n. 1, p. 45–52, 2014.

GOLDFARB, A. H.; BLOOMER, R. J.; MCKENZIE, M. J. Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 2, p. 234–239, 2005.

GOLDFARB, A. H.; MCKENZIE, M. J.; BLOOMER, R. J. Gender comparisons of exercise-induced oxidative stress: influence of antioxidant supplementation. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 32, n. 6, p. 1124–1131, 2007.

GOMES, E. C.; SILVA, A. N.; OLIVEIRA, M. R. Oxidants, antioxidants, and the beneficial roles of exercise-induced production of reactive species. **Oxidative medicine and cellular longevity**, v. 2012, p. 1–13, 2012.

GOMEZ-CABRERA, M. C. et al. Exercise and antioxidant supplements in the elderly.

**Journal of Sport and Health Science**, v. 2, n. 2, p. 94–100, 2013.

GOMEZ-CABRERA, M. C.; DOMENECH, E.; VIÑA, J. Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 44, n. 2, p. 126–131, 2008.

HANDAYANINGSIH, A.-E. et al. Reactive oxygen species play an essential role in IGF-I signaling and IGF-I-induced myocyte hypertrophy in C2C12 myocytes. **Endocrinology**, v. 152, n. 3, p. 912–21, 2011.

JACKSON, M. J.; VASILAKI, A.; MCARDLE, A. Cellular mechanisms underlying oxidative stress in human exercise. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 13–17, 2016.

JEFFREY, M. M. et al. Effect of resistance exercise on free radical production. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 1, p. 67–72, 1998.

JENG, K. C. G. et al. Supplementation with vitamins C and E enhances cytokine production by peripheral blood mononuclear cells in healthy adults. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, p. 960–965, 1996.

JOSHI, Y. B.; PRATICÒ, D. Vitamin E in aging, dementia, and Alzheimer's disease. **BioFactors**, v. 38, n. 2, p. 90–97, 2012.

LIEBERMAN, H. R. et al. Patterns of dietary supplement use among college students. **Clinical Nutrition**, v. 34, n. 5, p. 976–985, 2015.

MAKANAE, Y. et al. Vitamin C administration attenuates overload-induced skeletal muscle hypertrophy in rats. **Acta Physiologica**, v. 208, n. 1, p. 57–65, 2013.

MANGIALASCHE, F. et al. High plasma levels of vitamin E forms and reduced Alzheimer's disease risk in advanced age. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 20, n. 4, p. 1029–1037, 2010.

MASON, S. A. et al. Muscle redox signalling pathways in exercise. Role of antioxidants. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 29–45, 2016.

MCGINLEY, C.; SHAFAT, A.; DONNELLY, A. E. **Does antioxidant vitamin**

**supplementation protect against muscle damage?***Sports Medicine*, 2009.

MERRY, T. L.; RISTOW, M. Mitohormesis in exercise training. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 123–130, 2016.

MEYDANI, M. et al. Muscle uptake of vitamin E and its association with muscle fiber type. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 8, n. 2, p. 74–78, 1997.

PASCHALIS, V. et al. Low vitamin C values are linked with decreased physical performance and increased oxidative stress: reversal by vitamin C supplementation. **European Journal of Nutrition**, v. 55, n. 1, p. 45–53, 2016.

PAULSEN, G. et al. Vitamin C and E supplementation alters protein signalling after a strength training session, but not muscle growth during 10 weeks of training. **The Journal of physiology**, v. 592, n. Pt 24, p. 5391–5408, 2014.

PISOSCHI, A. M.; POP, A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 97, p. 55–74, 2015.

POLJSAK, B.; ŠUPUT, D.; MILISAV, I. Achieving the balance between ROS and antioxidants: When to use the synthetic antioxidants. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2013, 2013.

POWERS, S. K. et al. Reactive oxygen species are signalling molecules for skeletal muscle adaptation. **Experimental Physiology**, v. 95, n. 1, p. 1–9, 2010.

POWERS, S. K. Can Antioxidants Protect Against Disuse Muscle Atrophy? **Sports Medicine**, v. 44, n. S2, p. 155–165, 2014.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-Induced Oxidative Stress : Cellular Mechanisms and Impact on Muscle Force Production. **Physiol Rev**, v. 88, n. 4, p. 1243–1276, 2008.

POWERS, S. K.; NELSON, W. B.; HUDSON, M. B. Exercise-induced oxidative stress in humans: Cause and consequences. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 51, n. 5, p. 942–950, 2011.

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

118, 2004.

REID, M. B. Reactive oxygen species as agents of fatigue. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2239–2246, 2016.

RHEA, M. Determining the Magnitude of Treatment Effects in Strength Training Research Through the Use of the Effect Size. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 4, p. 918–920, 2004.

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of Resistance Training Systems on Oxidative Stress in Older Women. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, n. April, p. 1–23, 2017.

RIETJENS, S. et al. A Single Session of Resistance Exercise Induces Oxidative Damage in Untrained Men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 12, p. 2145–2151, 2007.

RIMM, E. et al. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. **The New England Journal of Medicine**, v. 328, p. 1450–1456, 1993.

SANTOS, K. M. O. DOS; BARROS FILHO, A. DE A. Use of vitamin supplements among university students in São Paulo, Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 2, p. 250–253, 2002.

SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: Mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 4, p. 308–318, 2004.

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

SENCINA, D. S. et al. A– Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 39. **British Journal of Sports Medicine**, v. 46, n. 14, p. 1145–1146, 2012.

SHAFAT, A. et al. Effects of dietary supplementation with vitamins C and E on muscle function during and after eccentric contractions in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 1–2, p. 196–202, 2004.

SOUSA, M. et al. Use of nutritional supplements by elite adult Portuguese athletes is not associated with nutritional intake. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 14, p. i23–i23, 2010.

STEPHENS, N. G. et al. Randomised controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease. **Lancet**, v. 347, p. 781–786, 1996.

STUNES, A. K. et al. High doses of vitamin C plus E reduce strength training-induced improvements in areal bone mineral density in elderly men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 6, p. 1073–1084, 2017.

THEODOROU, A. et al. No effect of antioxidant supplementation on muscle performance and blood redox status adaptations to eccentric training. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 6, p. 1373–1383, 2011.

VIÑA, J. et al. Free radicals in exhaustive physical exercise: Mechanism of production, and protection by antioxidants. **IUBMB Life**, v. 50, n. 4–5, p. 271–277, 2000.

VINCENT, K. R. et al. Resistance exercise training attenuates exercise-induced lipid peroxidation in the elderly. **European Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 4–5, p. 416–423, 2002.

WILLIAMS, M. H. Dietary supplements and sports performance: introduction and vitamins. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 1–6, 2004.

YAVARI, A. et al. Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2015.

YFANTI, C. et al. Antioxidant Supplementation Does Not Alter Endurance Training Adaptation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 7, p. 1388–1395, 2010.

YFANTI, C. et al. Chronic Eccentric Exercise and Antioxidant Supplementation : Effects on Lipid Profile and Insulin Sensitivity. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 16, p. 375–382, 2017.

ZANDI, P. P. et al. Reduced Risk of Alzheimer Disease in Users of Antioxidant Vitamin Supplements. **Archives of Neurology**, v. 61, n. 1, p. 82–88, 2004.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO/ANAMNESE

## QUESTIONÁRIO

**Projeto:** “Efeitos do treinamento de força combinado com a suplementação de antioxidantes na hipertrofia, força muscular, composição corporal e respostas hormonais”.

Nome:

Data de Nascimento:

Curso:

Peso:

Estatura:

1. Pratica alguma atividade física (exceto musculação)?
  - a. Sim ( ) Qual, há quanto tempo, com que frequência e intensidade?
  - b. Não ( )
2. Pratica musculação?
  - a. Sim ( ) Há quanto tempo e com que frequência?
  - b. Não ( ) Há quanto tempo?
3. Tem alguma restrição para prática de atividade física, como lesões e/ou doenças?
  - a. Sim ( ) Qual?
  - b. Não ( )
4. Apresenta deficiência de vitaminas?
  - a. Sim ( ) Qual?
  - b. Não ( )
5. Faz uso regular de suplementos vitamínicos?
  - a. Sim ( ) Qual é a vitamina, a dosagem e o objetivo?
  - b. Não ( )
6. Faz uso regular de anticoncepcional?
  - a. Sim ( ) Há quanto tempo?
  - b. Não ( )
7. Fuma?
  - a. Sim ( ) Há quanto tempo?
  - b. Não ( )
8. Faz uso regular de medicamentos e/ou suplementos alimentares (exceto vitamínicos)?
  - a. Sim ( ) Qual?
  - b. Não ( )
9. Ingere bebida alcoólica regularmente?
  - a. Sim ( ) Há quanto tempo?
  - b. Não ( )







## ANEXOS

### ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### TCLE

“Efeitos crônicos do treinamento de força combinado com a suplementação de antioxidantes na hipertrofia, força muscular, composição corporal e respostas hormonais”

Instituição: Universidade de Brasília-UnB

Pesquisadores responsáveis: Prof. Dr. Martim Bottaro e Dr. Márcio Rabelo Mota

Pesquisador assistente: Doutorando Prof. Me. Maurílio Tiradentes Dutra

Você está sendo convidada a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo. O nome deste documento que você está lendo é Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida participar, você será solicitado a assiná-lo e receberá uma cópia do mesmo. Antes de assinar faça perguntas sobre tudo o que não tiver entendido bem. A equipe deste estudo responderá às suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo).

#### Natureza e objetivos do estudo

- O objetivo específico deste estudo é investigar os efeitos de 12 semanas de treinamento de força (musculação) combinado com a suplementação de vitaminas antioxidantes (C e E) na força e na hipertrofia muscular, bem como nas respostas de composição corporal e hormonais.
- Você está sendo convidado a participar exatamente por preencher os requisitos necessários à participação na pesquisa.

#### Procedimentos do estudo

- Sua participação consiste em fazer parte de um dos três grupos explicados abaixo:
  - Grupo experimental: realizará o treinamento de força e será suplementado diariamente com 1 grama de vitamina C e 400UI de vitamina E durante doze semanas
  - Grupo Placebo: realizará o treinamento de força igual ao grupo experimental, porém receberá, durante doze semanas, cápsulas placebo contendo estearato de magnésio, dióxido de silício coloidal, talco farmacêutico e amido de milho (excipiente padrão). Todos esses insumos presentes nas cápsulas placebo tem grau farmacêutico (isento de microrganismos e/ou produtos tóxicos) e não apresentam riscos à sua saúde.
  - Grupo Controle: não realizará nenhuma intervenção, apenas avaliações antes e após o período de doze semanas.

OBS: O procedimento de encaixe nos grupos será aleatório. Caso você seja alocada no grupo experimental ou placebo, você não saberá se a cápsula que receberá contém as vitaminas ou placebo, o que caracteriza o estudo cego. O treinamento de musculação enfatizará o ganho força e massa muscular dos membros inferiores, mas você também realizará exercícios para outras partes do corpo.

- Não haverá nenhuma outra forma de envolvimento ou comprometimento neste estudo.
- A pesquisa será realizada na Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, UnB.

#### Riscos e benefícios

Os procedimentos adotados nesse estudo expõem as participantes a situações de baixo, ou nenhum risco à saúde. Os possíveis “riscos” são inerentes aos procedimentos adotados e explicados a

seguir: A avaliação da morfologia muscular será realizada por ultrassonografia, procedimento indolor e não invasivo, sem riscos para as participantes. Os testes de repetição máxima e a avaliação isocinética apresentam baixo risco de lesões articulares e/ou musculares e podem gerar leve dor muscular após sua realização. A técnica de avaliação da composição corporal é indolor, segura, de alta precisão e a exposição à radiação é de apenas 1%, portanto sem risco para a saúde. A coleta sanguínea realizar-se-á com materiais descartáveis manipulados na presença da participante. Trata-se de um método invasivo e dolor (dependendo da pessoa). Os desconfortos seriam mal estar (tontura) no momento da coleta, hematoma ou dor local após a coleta. A avaliação será feita através de uma amostra sanguínea retirada da veia situada no antebraço. A suplementação de vitaminas pode gerar leve mal-estar. Porém, malefícios advindos da suplementação de antioxidantes ocorrem com o uso contínuo e prolongado. O presente protocolo durará apenas 12 semanas. Os insumos presentes nas cápsulas placebo tem grau farmacêutico (isento de microrganismos e/ou produtos tóxicos) e não apresentam risco à saúde.

Benefícios advindos da participação na pesquisa: Todas as voluntárias dos grupos que realizarão o treinamento poderão obter adaptações positivas advindas da prática do treinamento, tais como, aumento na força e na massa muscular, melhora no perfil hormonal, na composição corporal, maior disposição etc. Todas essas adaptações têm reflexo positivo na saúde e na realização das atividades da vida diária. Todas as participantes, inclusive as do grupo controle, terão acesso aos resultados de todas as avaliações e exames realizados e serão orientadas individualmente quanto à interpretação dos mesmos. Especificamente, o exame de ultrassonografia dos músculos extensores do joelho e os testes de força muscular tem aplicação prática relevante no tocante à função musculoesquelética. O método de análise da composição corporal empregado permite o conhecimento preciso da quantidade de massa corporal magra e gorda, com implicação direta na saúde. As voluntárias terão conhecimento de parâmetros hormonais com implicação relevante no tocante à saúde. Todos esses exames são precisos, mas caros se realizados em clínicas particulares. As participantes terão acesso a eles gratuitamente antes e após o período de treinamento do protocolo experimental.

- Medidas preventivas para minimizar qualquer risco ou incômodo: a coleta de sangue será realizada por profissional qualificado com treinamento específico na área. A suplementação de vitaminas será realizada com a supervisão de um profissional nutricionista. Todo o treinamento será supervisionado por profissionais qualificados e experientes.
- Caso esse procedimento possa gerar algum tipo de constrangimento você não precisa realizá-lo. Mas sua participação poderá ajudar no maior conhecimento sobre respostas ao treinamento de força ainda desconhecidas, bem como auxiliar profissionais e praticantes a potencializar as conhecidas adaptações benéficas desse tipo de treinamento na força e no volume muscular sem eventuais impedimentos, malefícios ou sobrecarga dietética.

#### **Participação, recusa e direito de se retirar do estudo**

- Sua participação é voluntária. Você não terá nenhum prejuízo se não quiser participar.
- Você poderá se retirar desta pesquisa a qualquer momento, bastando para isso entrar em contato com um dos pesquisadores responsáveis.
- Conforme previsto pelas normas brasileiras de pesquisa com a participação de seres humanos você não receberá nenhum tipo de compensação financeira pela sua participação neste estudo.

#### **Confidencialidade**

- Seus dados serão manuseados somente pelos pesquisadores e não será permitido o acesso a outras pessoas.
- O material com as suas informações ficará guardado sob a responsabilidade de Maurílio Tiradentes Dutra, com a garantia de manutenção do sigilo e confidencialidade. Os dados e instrumentos utilizados ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.
- Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, entretanto, ele mostrará apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição a qual pertence ou qualquer informação que esteja relacionada com sua privacidade.

Se houver alguma consideração ou dúvida referente aos aspectos éticos da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Brasília – CEP/UniCEUB, que aprovou esta pesquisa, pelo telefone 3966.1511 ou pelo e-mail [cep.uniceub@uniceub.br](mailto:cep.uniceub@uniceub.br). Também entre em contato para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo.

Eu, \_\_\_\_\_ RG \_\_\_\_\_, após receber uma explicação completa dos objetivos do estudo e dos procedimentos envolvidos concordo voluntariamente em fazer parte deste estudo.

Este Termo de Consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao senhor(a).

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de

\_\_\_\_\_  
Participante

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Martim F. Bottaro Marques

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Márcio Rabelo Mota

\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Maurílio Tiradentes Dutra

**Endereço dos responsáveis pela pesquisa :**

**Prof. Dr. Márcio Rabelo Mota**

Instituição: Centro Universitário de Brasília, UniCEUB

Endereço : SEPN 707/907, UniCEUB , Bloco: 9, FACES, Asa Norte, Brasília

Telefones p/contato: celular 8111.5759/telefone institucional 3966.1511

**Prof. Dr. Martim F. Bottaro Marques**

Instituição: Universidade de Brasília, UnB

Endereço : Campus Universitário Darcy Ribeiro, Faculdade de Educação Física, Asa Norte, Brasília

Telefones p/contato: telefone institucional 3107.2522

**Doutorando Prof. Me. Maurílio Tiradentes Dutra**

Instituição: Universidade de Brasília, UnB

Endereço : Campus Universitário Darcy Ribeiro, Faculdade de Educação Física, Asa Norte, Brasília

Telefones p/contato: celular 8541.3997/telefone institucional 3107.2522

## ANEXO B – PARECER DE APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE  
BRASÍLIA - UNICEUB



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS CRÔNICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COMBINADO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE ANTIOXIDANTES NA HIPERTROFIA, FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E RESPOSTAS HORMONAIS

**Pesquisador:** Maurílio Tiradentes Dutra

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 53813516.6.0000.0023

**Instituição Proponente:** Centro Universitário de Brasília - UNICEUB

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.515.933

#### Apresentação do Projeto:

O presente projeto tem caráter experimental, duplo cego, com o intuito de verificar o efeito da suplementação de vitaminas antioxidantes nas respostas hormonais, na força e na hipertrofia muscular de jovens destreinadas após um período de 12 semanas de Treinamento de Força (TF) muscular. A amostra será composta por 45 mulheres jovens universitárias destreinadas. As voluntárias serão divididas aleatoriamente em três grupos: 1) TF com suplementação de vitaminas antioxidantes (TFS, n = 15, realizarão o TF por 12 semanas e serão suplementadas com as vitaminas C e E); 2) TF Placebo (TFP, n = 15, realizarão o treinamento TF por 12 semanas, no entanto receberão pilulas placebo); e 3) Controle (CON, n = 15, não receberão nenhum tipo de suplementação ou placebo e não realizarão o TF).

O treinamento terá como alvo a musculatura dos extensores do joelho. Assim, as voluntárias realizarão prioritariamente os exercícios de Leg press e cadeira extensora. As sessões de treino serão realizadas duas vezes por semana. Serão avaliados antes e após 12 semanas de treinamento a força muscular, área de secção transversa, espessura muscular e ângulo de penação dos extensores do joelho. Além disso, serão analisadas a composição corporal, as concentrações plasmáticas das vitaminas antioxidantes (i.e. C e E), e os hormônios Cortisol, testosterona e IGF1. Análise de variância (ANOVA) fatorial de modelos mistos 3 x 2 será adotada para a avaliação da

**Endereço:** SEPN 707/907 - Bloco 6, sala 6.110, 1ª andar

**Bairro:** Setor Universitário

**CEP:** 70.790-075

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3966-1511

**E-mail:** cep.uniceub@uniceub.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE  
BRASÍLIA - UNICEUB**



Continuação do Parecer: 1.515.933

**influência da suplementação**

de antioxidantes e placebo na força, hipertrofia e hormônios plasmáticos [grupo (TFS, TFP, CON) x momento (pré, após 12 semanas)]. Cada voluntária preencherá um registro de treino (repetições realizadas em cada série, percepção de esforço) durante todo o período da intervenção. Haverá supervisão de profissionais treinados a fim de padronizar a realização dos treinos. Antes do início do treinamento, as voluntárias realizarão testes de 1RM em todos os exercícios para determinação das cargas de treino. Além disso, serão submetidas à avaliação morfológica por meio de ultrassonografia (espessura muscular, área de secção transversa, ângulo de penetração e comprimento fascicular) no Laboratório de imagem da Faculdade de Educação Física da UnB, e do pico de torque isocinético dos extensores de joelho a 60 e 180°.s-1 no Laboratório de Treinamento de Força da Faculdade de Educação Física da UnB.

Também realizarão avaliação da composição corporal através de densitometria de raios X de dupla energia (DEXA) no Laboratório de imagem supramencionado, bem como análise sanguínea da concentração plasmática de testosterona, cortisol, IGF-1, vitamina C e vitamina E em laboratório conveniado. Essas mesmas avaliações serão repetidas após a décima segunda semana de treinamento. Em adição, todas as voluntárias preencherão um recordatório alimentar por três dias consecutivos uma semana antes do início do TF, e uma semana após o período de doze semanas de treinamento. As participantes alocadas no grupo TFS receberão cápsulas contendo vitamina C (1g) e vitamina E (400UI) que deverão ser ingeridas diariamente durante as doze semanas de TF, preferencialmente durante o café da manhã. As participantes do grupo TFP receberão cápsulas idênticas às do grupo TFS contendo estearato de magnésio, dióxido de silício coloidal, talco farmacêutico e amido de milho (excipiente padrão). Todos esses insumos presentes nas cápsulas placebo têm grau farmacêutico (isento de microrganismos e/ou produtos tóxicos) e não apresentam riscos à saúde. Todas as participantes dos grupos experimentais, bem como aquelas do grupo CON receberão as seguintes orientações gerais que deverão ser observadas durante todo o período de treinamento: a) não realizar outro tipo de TF além do já praticado na pesquisa; b) manter a dieta habitual; c) evitar o consumo de álcool, café ou chá; d) não ingerir sucos e/ou bebidas ricos em antioxidantes; e) não ingerir mais do que dois copos (400ml) de sucos por dia.

**Critério de Inclusão:**

Os seguintes critérios de inclusão serão utilizados: a) ser jovem universitária, com idade entre 18 e 35 anos; b) não praticante de TF há seis meses ou mais.

**Critério de Exclusão:**

**Endereço:** SEPN 707/907 - Bloco 6, sala 6.110, 1º andar  
**Bairro:** Setor Universitário **CEP:** 70.790-075  
**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA  
**Telefone:** (61)3966-1511 **E-mail:** cep.uniceub@uniceub.br

Continuação do Parecer: 1.515.933

Serão adotados os seguintes critérios de exclusão: a) apresentar doenças musculoesqueléticas que contraindiquem a prática de TF; b) apresentar desordem nutricional, metabólica ou endócrina não controlada que sabidamente afete o sistema muscular, tais como hipo ou hipertireoidismo e diabetes tipo 2; c) uso de medicamentos; d) tabagismo.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Avaliar os efeitos do Treinamento de Força combinado com a suplementação das vitaminas antioxidantes C e E na força e na hipertrofia muscular, bem como nas respostas de composição corporal e hormonais de jovens destreinados após 12 semanas de treinamento.

Objetivo Secundário:

1. Avaliar a influência do Treinamento de Força (TF) combinado com a suplementação de vitamina C e E na área de secção transversa, espessura muscular e ângulo de penação do reto femoral, vasto lateral, vasto intermédio e vasto medial do quadríceps dominante.
2. Verificar a influência do TF combinado com a suplementação de vitamina C e E no pico de torque isocinético dos extensores de joelho do membro dominante.
3. Analisar a influência do TF combinado com a suplementação de vitamina C e E na massa livre de gordura total e na massa livre de gordura apendicular.
4. Investigar a influência do TF combinado com a suplementação de vitamina C e E na concentração plasmática de testosterona, cortisol, IGF-1 e vitaminas C e E.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores apresentaram uma análise detalhada dos riscos e benefícios.

Riscos:

Os procedimentos adotados no presente projeto de pesquisa expõem as participantes a situações de baixo, ou nenhum risco à saúde. A avaliação da morfologia muscular será realizada por ultrassonografia, procedimento indolor e não invasivo, sem riscos para as participantes. Os testes de repetição máxima e a avaliação isocinética respeitam a individualidade biológica e os protocolos adotados neste estudo são amplamente utilizados na literatura, sendo baixo o risco de lesões articulares e/ou musculares. As voluntárias também serão submetidas à avaliação da composição corporal através do método de absorptometria de raios X de dupla energia (DEXA). Este é um método não invasivo no qual a participante permanecerá deitada na maca do aparelho por volta de 15 minutos, enquanto o aparelho realizará uma varredura na área a ser examinada (corpo

**Endereço:** SEPN 707/907 - Bloco 6, sala 6.110, 1º andar

**Bairro:** Setor Universitário

**CEP:** 70.790-075

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3966-1511

**E-mail:** cep.uniceub@uniceub.br

Continuação do Parecer: 1.515.933

inteiro) por meio

de escaneamento por feixes de raio-X de baixa energia. Esta técnica é indolor, segura, de alta precisão e a exposição à radiação é de apenas 1%, com margem de erro de apenas 1-2% entre medidas repetidas, não apresentando, portanto, risco para a saúde. A coleta sanguínea será realizada por profissional qualificado com treinamento específico na área de manipulação de material biológico. A coleta realizar-se-á com materiais

descartáveis manipulados na presença da participante. Trata-se de um método invasivo e dolor (dependendo da pessoa). Os possíveis desconfortos seriam mal estar (tontura) no momento da coleta, além de hematoma ou dor local após a coleta. A avaliação será feita através de uma amostra sanguínea retirada da veia situada no antebraço. A suplementação de vitaminas no grupo experimental será realizada com a supervisão de um profissional nutricionista (Bruno Leonardo Fischer, CRN-1 7884) que acompanhará as voluntárias no intuito de prevenir e orientar em caso de mal estar relacionado à suplementação. Porém, a literatura recente reporta que malefícios advindos da suplementação de antioxidantes ocorrem com o uso contínuo e por vários anos. O presente protocolo experimental durará apenas 12 semanas e com acompanhamento profissional, assim, a suplementação não gera riscos adicionais à saúde das participantes. As pílulas placebo conterão estearato de magnésio, dióxido de silício coloidal, talco farmacêutico e amido de milho (excipiente padrão). Todos esses insumos presentes nas cápsulas placebo tem grau farmacêutico (isento de microrganismos e/ou produtos tóxicos) e não apresentam riscos à saúde. Benefícios:

Diversos são os benefícios advindos da participação na presente pesquisa. Todas as voluntárias dos grupos que realizarão o treinamento de força poderão obter adaptações fisiológicas e funcionais positivas advindas da prática do treinamento e amplamente relatadas na literatura, tais como, aumento na força e na massa muscular, melhora no perfil hormonal plasmático, melhora na composição corporal, maior disposição etc. Todas essas adaptações têm reflexo positivo na saúde e na realização das atividades da vida diária. Digno de nota, as participantes serão acompanhadas por profissionais de alta qualificação durante todo o período de treinamento (professores de Educação Física com mestrado e/ou doutorado e nutricionista graduado). Além disso, todas as participantes, inclusive as do grupo controle, terão acesso aos resultados de todas as avaliações e

exames realizados e serão orientadas individualmente quanto à interpretação dos mesmos. Especificamente, o exame de ultrassonografia permite o conhecimento de parâmetros morfológicos importantes no que diz respeito às adaptações musculares ao treinamento (i.e. aumento de massa muscular e função muscular). Similarmente, os testes de força muscular têm

**Endereço:** SEPN 707/907 - Bloco 6, sala 6.110, 1º andar

**Bairro:** Setor Universitário

**CEP:** 70.790-075

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3966-1511

**E-mail:** cep.uniceub@uniceub.br

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE  
BRASÍLIA - UNICEUB



Continuação do Parecer: 1.515.933

aplicação prática relevante no tocante à função musculoesquelética e serão realizados com metodologia padrão ouro (Dinamômetro isocinético). Padrão ouro também é o método de análise da composição corporal empregado no presente estudo (DEXA), que permite o conhecimento preciso da quantidade de massa corporal magra e gorda, com implicação direta na saúde. Além disso, as voluntárias terão conhecimento de parâmetros hormonais plasmáticos com implicação relevante no tocante à saúde.

Todos esses exames são sobremaneira precisos, além de caros se realizados em clínicas particulares. As participantes desse projeto terão acesso a eles gratuitamente antes e após o período de treinamento do protocolo experimental.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto de pesquisa muito bem elaborado e as questões levantadas na primeira versão foram atendidas.

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

Nova folha de rosto foi apresentada ao CEP, assinada pelo pesquisador responsável e pela Coordenação do Curso de Educação Física do UniCEUB.

A carta de aceite institucional está assinada pelo Coordenador do Curso de Educação Física da UnB, instituição coparticipante e onde serão realizadas as atividades físicas e os exames de imagem.

Foi apresentado o levantamento de custos dos exames de sangue no Laboratório Sabin e os pesquisadores informam que esperam utilizar recursos provenientes de Edital de fomento da Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) - Edital Demanda Espontânea 03/2016 para arcar com os custos desses exames.

O TCLE está adequado, no entanto, o pesquisador que consta como principal responsável na Plataforma Brasil, no TCLE aparece como pesquisador assistente.

**Recomendações:**

Alterar o TCLE, colocando no mesmo o nome do principal pesquisador de acordo com a Plataforma como pesquisador responsável.

O CEP-UniCEUB ressalta a necessidade de desenvolvimento da pesquisa, de acordo com o protocolo avaliado e aprovado, bem como, atenção às diretrizes éticas nacionais quanto aos incisos XI.1 e XI.2 da Resolução nº 466/12 CNS/MS concernentes às responsabilidades do pesquisador no desenvolvimento do projeto:

**Endereço:** SEPN 707/907 - Bloco 6, sala 6.110, 1º andar  
**Bairro:** Setor Universitário **CEP:** 70.790-075  
**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA  
**Telefone:** (61)3966-1511 **E-mail:** cep.uniceub@uniceub.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE  
BRASÍLIA - UNICEUB**



Continuação do Parecer: 1.515.933

XI.1 - A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais.

XI.2 - Cabe ao pesquisador:

- c) desenvolver o projeto conforme delineado;
- d) elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- e) apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento;
- f) manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa;
- g) encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto; e
- h) justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

O envio de relatórios deverá ocorrer pela Plataforma Brasil, por meio de notificação de evento. O modelo do relatório encontra-se disponível na página do UniCEUB

[http://www.uniceub.br/instituicao/pesquisa/ins030\\_pesquisacomitebio.aspx](http://www.uniceub.br/instituicao/pesquisa/ins030_pesquisacomitebio.aspx), em Relatório de Finalização e Acompanhamento de Pesquisa.

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

**A pesquisa pode ser iniciada.**

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Protocolo previamente avaliado por este CEP, com parecer N° 1.509.925/2016, tendo sido homologado na 6ª Reunião Ordinária do CEP-UniCEUB, em 22 de abril de 2016.

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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_672439.pdf	19/04/2016 16:18:16		Aceito
Outros	OrcamentoLaboratorioSangue.pdf	15/04/2016 16:28:14	Maurilio Tiradentes Dutra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	15/04/2016 16:22:57	Maurilio Tiradentes Dutra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEPUniCEUB2.pdf	15/04/2016 16:22:20	Maurilio Tiradentes Dutra	Aceito

**Endereço:** SEPN 707/907 - Bloco 6, sala 6.110, 1º andar

**Bairro:** Setor Universitário

**CEP:** 70.790-075

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3966-1511

**E-mail:** cep.uniceub@uniceub.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE  
BRASÍLIA - UNICEUB**



Continuação do Parecer: 1.515.933

Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartadeAnuencia.pdf	15/04/2016 16:21:35	Maurilio Tiradentes Dutra	Aceito
Outros	Cartaresposta.pdf	15/04/2016 16:20:15	Maurilio Tiradentes Dutra	Aceito
Folha de Rosto	NovaFolhadeRostopg1.pdf	15/04/2016 16:17:16	Maurilio Tiradentes Dutra	Aceito

**Situação do Parecer:**

**Aprovado**

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BRASILIA, 26 de Abril de 2016

---

**Assinado por:  
Marilia de Queiroz Dias Jacome  
(Coordenador)**

**Endereço:** SEPN 707/907 - Bloco 6, sala 6.110, 1ª andar  
**Bairro:** Setor Universitário      **CEP:** 70.790-075  
**UF:** DF      **Município:** BRASILIA  
**Telefone:** (61)3966-1511      **E-mail:** cep.uniceub@uniceub.br