

## Autores | Authors

Maurilio Tiradentes Dutra\*  
[maurilio.dutra@ifb.edu.br]

Martim Bottaro\*\*  
[martim@unb.br]

## EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS ANTIOXIDANTES NO TREINAMENTO DE FORÇA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

### EFFECT OF ANTIOXIDANT VITAMINS SUPPLEMENTATION DURING STRENGTH TRAINING: AN INTEGRATIVE REVIEW

**Resumo:** O treinamento de força gera adaptações que resultam em melhora do desempenho e hipertrofia muscular. Argumenta-se que a suplementação com vitaminas antioxidantes pode potencializar tais adaptações. Porém, o efeito dessa suplementação combinada com treinamento de força é pouco conhecido. Objetivo: revisar e apresentar o atual estado da arte acerca do efeito da suplementação de vitaminas C e E sobre adaptações induzidas pelo treinamento de força. Método: foi realizada uma revisão integrativa. A busca por estudos sobre o tema ocorreu entre outubro de 2018 e janeiro de 2019, nas seguintes bases: *Pubmed*, *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar*. Resultados: 135 artigos foram encontrados, dos quais 8 foram selecionados para análise e discussão. Conclusão: a suplementação com tais vitaminas pode mitigar as adaptações oriundas do treinamento de força e por isso não é recomendada nesse contexto.

**Palavras-chave:** treinamento de força; antioxidantes; vitamina C; vitamina E; hipertrofia muscular.

**Abstract:** *Strength training promotes physiological and morphological adaptations that result in improved physical performance and muscle hypertrophy. It is argued that supplementation with antioxidant vitamins may potentiate these adaptations. However, little is known about the combined effect of antioxidant supplementation and strength training. Aim: to review and to present the state of the art about the effect of vitamin C and E supplementation on strength training adaptations. Methods: an integrative review was performed. Search for clinical trials was conducted between October 2018 and January 2019 in the following databases: Pubmed, Web of Science, Scopus and Google Scholar. Results: 135 papers were found. Eight were selected to be analyzed and discussed. Conclusion: supplementation with antioxidant vitamins can mitigate strength training induced adaptations and is not recommended.*

**Keywords:** *Strength training; Antioxidants; Vitamin C; Vitamin E; Muscle hypertrophy.*

Recebido em: 04/09/2019

Aceito em: 04/05/2020

## INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF), popularmente conhecido como musculação, é conhecido por promover adaptações de curto, médio e longo prazo que resultam em benefícios fisiológicos e morfofuncionais ao corpo humano (PHILLIPS *et al.*, 2017). Tais adaptações incluem melhora da composição corporal (ou seja, redução da gordura corporal e aumento da massa muscular), aumento da capacidade neuromuscular (isto é, ganho de força e potência), bem como proteção contra diversas patologias, tais como diabetes e câncer (WINETT; CARPINELLI, 2001).

As condições bioquímicas celulares, em especial o estado *redox* celular, são importantes no que se refere à capacidade de adaptação do tecido muscular esquelético ao exercício de força (POWERS *et al.*, 2010). Nesse sentido, há evidências na literatura de que uma sessão de exercício de força, a depender de sua intensidade, pode gerar nos músculos o que se denomina de estresse oxidativo (MASON *et al.*, 2016; POWERS; NELSON; HUDSON, 2011). Trata-se de um ambiente celular no qual substâncias com atividade oxidante e potencialmente lesiva, tais como os radicais livres, predominam em relação àquelas com atividade antioxidante (PISOSCHI; POP, 2015). Assim, o estresse oxidativo, no músculo esquelético, está associado à redução da capacidade contrátil e à fadiga, o que compromete o desempenho muscular (REID, 2016).

Com isso, o consumo de substâncias antioxidantes aumentou nas últimas décadas entre atletas e não atletas no intuito de potencializar o desempenho e o ganho de massa muscular (LIEBERMAN *et al.*, 2015; SENCHINA *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2010; WILLIAMS, 2004). Particularmente, as vitaminas C e E têm sido os antioxidantes mais utilizados para neutralizar o estresse oxidativo (YFANTI *et al.*, 2017). Entretanto, evidências acerca da eficácia desse tipo de suplementação no âmbito do treinamento de força ainda são escassas e conflitantes, de maneira que os poucos estudos anteriores sobre o tema relataram tanto efeitos positivos (BOBEUF *et al.*, 2010) como negativos (BJØRNSSEN *et al.*, 2016; DUTRA *et al.*, 2018, 2019; PAULSEN *et al.*, 2014) da suplementação.

Dessa forma, o principal objetivo do presente trabalho é revisar e apresentar o atual estado da arte acerca do efeito da suplementação de vitaminas antioxidantes – nomeadamente, as vitaminas C e E – sobre as adaptações induzidas pelo treinamento de força, particularmente o aumento da força e da massa muscular. Além disso, como objetivo secundário, pretende-se analisar perspectivas para a investigação do tema no futuro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho se caracteriza como uma revisão integrativa da literatura, uma vez que busca sintetizar resultados obtidos em estudos anteriores de maneira ordenada, no intuito de contribuir para o conhecimento do tema em questão e interpretar e aplicar de forma prática os resultados encontrados (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008; SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010). Além disso, a revisão integrativa é uma abordagem metodológica ampla que permite a definição de conceitos, bem como a revisão e a análise de evidências de um tópico particular (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010). Dessa maneira, o presente trabalho revisa e apresenta, com organização em tópicos, conceitos relacionados à suplementação de antioxidantes que são pré-requisitos para a compreensão do tema; em seguida, contextualiza esses conceitos no âmbito do TF.

Para fundamentar os conceitos que são considerados pré-requisitos, os autores do presente trabalho realizaram um levantamento bibliográfico por meio de consulta livre a diversos artigos e livros sobre o tema, com base em sua experiência prévia, utilizando majoritariamente a ferramenta *Google Scholar*. Em seguida, procedeu-se à busca organizada e sistemática de informações a respeito do efeito crônico da suplementação de vitaminas C e E sobre o ganho de força e de massa muscular advindos do TF. Para tanto, artigos científicos nacionais e internacionais foram pesquisados entre outubro de 2018 e janeiro de 2019, nas seguintes bases de dados: *Pubmed/Medline*, *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar*. Os seguintes descritores foram utilizados na busca: (“treinamento de força” or “treinamento resistido” or “treinamento excêntrico”) and (“suplementação antioxidante” or “vitamina C” or “vitamina E”). Os descritores também foram utilizados no idioma inglês. Somente artigos com característica experimental, aleatorizados e controlados com placebo foram considerados elegíveis. Ademais, somente estudos que avaliaram o ganho de força e/ou de massa muscular foram inseridos na síntese qualitativa do tema. Teses, dissertações, resumos, estudos com animais, estudos que utilizaram outros suplementos e livros não foram incluídos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor apresentação ao leitor, o texto está estruturado, doravante, em quatro tópicos: I. Estresse Oxidativo; II. Antioxidantes; III. Treinamento de Força e Estresse Oxidativo; e IV. Treinamento de Força e Suplementação de vitaminas C e E. Nos dois primeiros tópicos, um conjunto de definições fun-

damentais sobre estresse oxidativo, radicais livres e antioxidantes são revisados, com ênfase na ação das vitaminas C e E. No terceiro tópico, a aplicação desses conceitos no âmbito do TF é enfatizada. Digno de nota, esses três tópicos representam a revisão realizada por meio do levantamento bibliográfico livre dos autores.

No quarto tópico, é realizada a síntese e discussão dos estudos encontrados que avaliaram o efeito da suplementação de vitaminas C e E sobre adaptações oriundas do TF; nomeadamente, o ganho de força e a hipertrofia muscular. Um total de 135 estudos foram encontrados a partir das estratégias de busca utilizadas. Foi realizada leitura crítica de todos os títulos, e 61 artigos foram excluídos, pois correspondiam a estudos duplicados que estavam disponíveis em mais de uma base de dados. Os títulos e resumos dos outros 74 estudos foram analisados e 66 foram excluídos adotando-se os critérios citados na metodologia, de maneira que os resultados de 8 estudos foram detalhados e discutidos. Foram avaliadas e comparadas, de forma qualitativa, as características do TF e da amostra de cada estudo, a dose de vitaminas na suplementação, e os resultados de força e massa muscular.

## I. 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 (YAVARI *et al.*, 2015). Tal fenômeno é proveniente de reações celulares denominadas 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, ou seja, ele oxida outra molécula e é reduzido, ao passo que o agente redutor é aquele que doa elétrons a outra molécula, ou seja, ele reduz outra molécula e torna-se oxidado. O agente redutor pode ser entendido, então, como o agente antioxidante. Vale ressaltar que o ter-

mo *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, o que ocorre é um acúmulo desproporcional de substâncias oxidantes, de maneira a suplantarem 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. Existem também 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 convertidos 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). 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.

As ERO são substâncias muito instáveis que reagem com outros átomos ou moléculas, alterando-as no tocante ao seu tamanho e à sua forma (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004). Tais

**Tabela 1** – Alguns agentes oxidantes produzidos no organismo humano

Radicais Livres	Não radicais
Superóxido ( $O_2^-$ )	Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ )
Hidroxila ( $OH^-$ )	Ácido hipobromoso (HOBr)
Hidroperoxila ( $HO_2^-$ )	Ácido hipocloroso (HOCl)
Peroxila ( $RO_2^-$ )	Peróxidos orgânicos (ROOH)
Alcoxila ( $RO^-$ )	Oxigênio Singlete

Fonte: Adaptado de Barbosa *et al.* (2008).

alterações são potencialmente lesivas, pois induzem efeitos deletérios na estrutura e função das moléculas atingidas. 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 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 (GOMES; SILVA; OLIVEIRA, 2012).

Desse modo, o 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, a piora do controle da respiração mitocondrial e o dano à integridade do retículo sarcoplasmático também estão relacionados ao EO (CHENG *et al.*, 2016; GOMEZ-CABRERA *et al.*, 2013). Não por acaso, a literatura reporta que o EO crônico está associado ao processo de envelhecimento e a 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 benéficas relevantes, como, por exemplo, a participação de ERO em mecanismos de defesa durante processos de infecção, nos quais têm a função de destruir bactérias (FERREIRA; MATSUBARA, 1997; FOX, 2007). Além disso, embora pareça paradoxal, já é conhecido que ERO participam de reações bioquímicas induzidas pelo exercício como importantes ativadores de vias de sinalização celular que podem levar a adaptações positivas do músculo esquelético (MERRY; RISTOW, 2016; POWERS *et al.*, 2010).

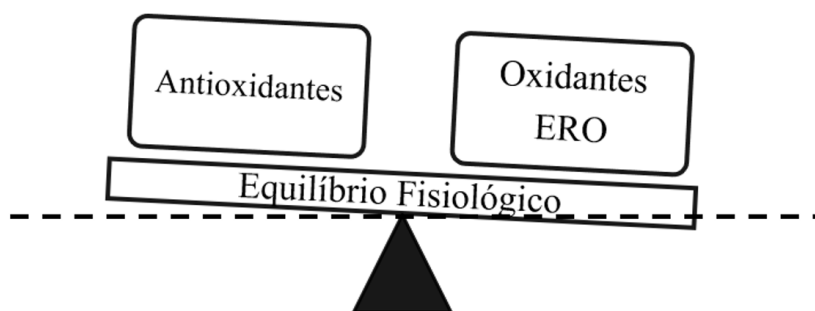
Nesse sentido, não existe um equilíbrio geométrico entre a atividade pró-oxidante e antioxidante, mas sim um equilíbrio fisiológico que pende levemente para a produção de uma quantidade “ótima” de ERO, dada a sua relevância no contexto do sistema imunológico e na sinalização celular (POLJSAK; ŠUPUT; MILISAV, 2013). Portanto, a única razão para se 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 desse estado de equilíbrio.

## II. Antioxidantes

O corpo humano possui diferentes mecanismos para neutralizar 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). Outro nível de defesa está relacionado à reconstituição ou à decomposição das estruturas lesadas, chamado sistema de reparo. 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).

Os antioxidantes doam elétrons para restabelecer o equilíbrio eletrônico de ERO radicais e, assim, neutralizá-las. Além disso, 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,

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).

participando da composição de sistemas antioxidantes enzimáticos, caso de alguns minerais como cobre, zinco, selênio e manganês (BARBOSA *et al.*, 2010). Desse modo, as substâncias com atividade antioxidante inibem ou atrasam a oxidação de biomoléculas (EMBUSCADO, 2015).

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), a catalase (CAT) e a glutathiona peroxidase (GPx), que atuam neutralizando e/ou decompondo 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, do zinco e do manganês como cofatores. (BARBOSA *et al.*, 2010; SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004).

O sistema antioxidante não enzimático é constituído de grande variedade de substâncias endógenas, como a bilirrubina, os hormônios sexuais, o ácido úrico e a 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. Além disso, as vitaminas C (ácido ascórbico) e E ( $\alpha$ -tocoferol) são bastante conhecidas por suas propriedades antioxidantes.

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. Além disso, apresenta outras funções importantes relacionadas à atividade dos sistemas imune e endócrino (SENCINA *et al.*, 2012). A vitamina E é um composto lipossolúvel presente nas

membranas celulares. Como antioxidante, a vitamina E protege as membranas celulares da peroxidação lipídica (JOSHI; PRATICÒ, 2012; SENCHINA *et al.*, 2012). Digna 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 (JOSHI; PRATICÒ, 2012; YAVARI *et al.*, 2015). A tabela 2 resume os componentes dos sistemas de defesa antioxidante.

### III. Treinamento de Força e Estresse Oxidativo

Entre as adaptações mais conhecidas do Treinamento de Força (TF) estão o aumento da força e da potência muscular (BOTTARO *et al.*, 2011). 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 há pouco tempo.

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). Foi a primeira evidência científica de que o exercício físico 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 de peroxidação lipídica após uma sessão de exercício de força (extensão dinâmica do joelho) em humanos (BAILEY *et al.*, 2007).

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, elevou significativamente a concentração sanguínea de proteínas carboniladas, que é um marcador de EO, por até 24 horas após o exercício (BLOOMER *et al.*, 2005).

**Tabela 2** – Principais agentes antioxidantes

Enzimáticos	Não enzimáticos exógenos
Superóxido Dismutase (SOD)	Vitamina C (ácido ascórbico)
Catalase (CAT)	Vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol)
	Polifenóis (flavonoides)
Glutathiona peroxidase (GPx)	Carotenoides ( $\beta$ -caroteno, licopeno)
	Minerais (cobre, zinco, selênio, manganês)

Nota: Tabela adaptada de Barbosa *et al.* (2010).

Posteriormente, outros estudos mostraram que uma única sessão de TF composta por 6 exercícios, sendo 3 séries de 10 repetições a 75% de 1RM, também eleva significativamente a concentração de marcadores plasmáticos de EO em homens jovens treinados (DEMINICE *et al.*, 2010, 2011). Portanto, já não há dúvida de que a atividade contrátil muscular intensa, como ocorre no TF, eleva a produção de ERO (GOMEZ-CABRERA *et al.*, 2013). As consequências imediatas do acúmulo de ERO no tecido muscular estão associadas à redução na capacidade contrátil e à fadiga, uma vez que a integridade do retículo sarcoplasmático e a homeostase do cálcio ficam comprometidas pelo EO (POWERS; NELSON; HUDSON, 2011; REID, 2016).

Conforme 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 ocorre isquemia transitória e subsequente reperfusão da musculatura envolvida no exercício. Isso favorece a atividade da enzima xantina oxidase (XO), que produz espécies reativas nos momentos de reperfusão do músculo ativo (BLOOMER; GOLDFARB, 2004; GOMES; SILVA; OLIVEIRA, 2012). Além disso, 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 (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).

O TF também pode induzir a formação de tais espécies após o término da sessão de treino. Isso se dá como consequência da sobrecarga mecânica, que é característica do TF e que causa dano estrutural ao sarcolema e às proteínas miofibrilares (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. Entre esses agentes, estão espécies reativas que, nesse caso, atuam para facilitar a recuperação do dano (SCHOENFELD, 2012).

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 em uma sessão de TF composta por dois exercícios (*leg press* e extensão de joelhos). Os autores observaram que tanto a capacidade antioxidante total quanto a concentração plasmática de glutatona e vitamina E aumentaram significativamente durante o protocolo de treino. Ademais, a vitamina C aumentou durante e após 180 minutos de recuperação pós-exercício. Essa evidência indica que o TF induz a elevação dos sistemas de defesa antioxidante para neutralizar, de imediato, o acúmulo de ERO.

Outros estudos avaliaram o efeito crônico do TF sobre marcadores de EO e sobre a 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. De forma similar, um estudo recente relatou que após apenas seis semanas de TF, homens jovens apresentaram valores plasmáticos significativamente reduzidos de malondialdeído e elevados de GPx. Notavelmente, tais alterações ocorreram independentemente da intensidade do TF, de moderada a alta (ÇAKIR-ATABEK *et al.*, 2010). Resultados semelhantes, ou seja, ativação/melhora do sistema antioxidante como consequência do TF, também foram observados em outros estudos (RIBEIRO *et al.*, 2017; VINCENT *et al.*, 2002).

Em outras palavras, o TF realizado regularmente promove uma adaptação positiva no sistema de defesa antioxidante. De forma interessante, a síntese de ERO induzida pelo TF como geradora de uma adaptação positiva no músculo esquelético foi recentemente denominada “*Sarc hormese*” (DUTRA; BOTTARO, 2018). Tais observações confirmam a ideia de que o treinamento regular, *per se*, configura uma estratégia antioxidante (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 inicial era se tal combinação seria capaz de somar o efeito antioxidante da suplementação às adaptações fisiológicas do TF.

#### IV. Treinamento de Força e Suplementação de Vitamina C e E

Há vários anos argumenta-se que uma dieta rica em alimentos que contenham antioxidantes constituiria uma abordagem interessante na prevenção de doenças crônicas como a síndrome metabólica, o câncer e a 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, 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 para a saúde. Aliada ao conhecimento de que a vitamina C é capaz de regenerar a vitamina E nos processos de neutralização de ERO (YAVARI *et al.*, 2015), a combinação da suplementação desses dois agentes antioxidantes tornou-se muito 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% dos atletas de elite norte-americanos relatam o uso de compostos antioxidantes (YFANTI *et al.*, 2010), entre os quais, as vitaminas C e E são os mais comuns (YFANTI *et al.*, 2017). O objetivo da suplementação é atenuar o dano oxidativo induzido pela sessão de treino e, com isso, reduzir a fadiga. Consequentemente, espera-se preservar a capacidade contrátil muscular e melhorar o desempenho (REID, 2016). Contudo, as evidências desse efeito são extremamente limitadas, especialmente no que se refere ao treinamento de médio e longo prazo (BRAAKHUIS; HOPKINS, 2015).

Mesmo com pouca evidência sobre o suposto efeito ergogênico oriundo da suplementação de vitaminas antioxidantes, essa prática é prevalente não só entre atletas, mas também entre não atletas que desejam, a partir da suplementação, aumentar a “energia”, a força e melhorar o desempenho em atividades físicas (LIEBERMAN *et al.*, 2015). A título de exemplo, 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).

Contudo, o efeito crônico do TF combinado com a suplementação de vitaminas antioxidantes sobre a força e sobre adaptações morfológicas do tecido muscular ainda carece de elucidação, visto que diversas variáveis podem interferir nos resultados dos estudos, tais como volume e intensidade dos treinos, doses dos suplementos e características dos usuários da suplementação. Alguns estudos foram publicados nos últimos anos e, devido às variáveis intervenientes supracita-

das, seus resultados, analisados a seguir, são, de certa forma, conflitantes.

Bobef e colaboradores (BOBEUF *et al.*, 2010), por exemplo, relataram ganho de massa muscular (+1,5 kg) em idosos apenas em voluntários que receberam o tratamento combinado de TF e suplementação de vitamina C (1g por dia) e E (600 mg por dia) durante seis meses. 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 os 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. Ou seja, o mesmo grupo de pesquisadores observou em um estudo que a suplementação pode ser vantajosa para idosos, mas não observou o mesmo resultado num estudo seguinte com a mesma população.

Bjørnsen e colaboradores (BJØRNSSEN *et al.*, 2016), por sua vez, observaram ganho de força similar entre idosos que receberam vitaminas (1 g de C e 235 mg de E por dia) ou placebo após doze semanas de TF. 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 (+ 3,4 mm vs. + 1,9 mm, respectivamente) após as doze semanas de intervenção. O mesmo foi observado para a massa magra corporal total. Ou seja, nesse caso, a suplementação não potencializou o ganho de força e pode ter atrapalhado o ganho de massa muscular. Dessa forma, os autores discutem que o excesso de antioxidantes provenientes da suplementação pode, ao neutralizar as ERO, mitigar a hipertrofia muscular decorrente do TF por desregular o equilíbrio redox celular fisiológico que pende levemente para o acúmulo de ERO (Figura 1).

No que diz respeito a indivíduos jovens, um estudo recente (PAULSEN *et al.*, 2014) reportou interferência negativa da suplementação de vitaminas C (1 g por dia) e E (235 mg por dia) na produção de força de homens e mulheres, sem, no entanto, atenuar significativamente o ganho de massa muscular após um período de dez semanas de TF. Nessa direção, Dutra e colaboradores (DUTRA *et al.*, 2018) também observaram que o ganho de força muscular de mulheres jovens é atenuado após um período de 10 semanas de TF combinado com a suplementação de vitamina C (1 g por dia) e E (400 UI por dia). Nesse estudo, apenas o grupo de mulheres que recebeu pílulas placebo apresentou ganho de força significativamente

maior em relação a um grupo controle. Para além disso, Dutra *et al.* (DUTRA *et al.*, 2019) reportaram recentemente que a suplementação com as vitaminas C (1 g por dia) e E (400 UI por dia) impacta negativamente as alterações da composição corporal induzidas pelo TF em mulheres jovens. Esses autores observaram que apenas o grupo de mulheres que recebeu pílulas placebo aumentou a massa livre de gordura (+ 1,4 kg) e reduziu a massa gorda (- 0,8 kg) ao final de 10 semanas de TF.

Em outras palavras, os achados de Paulsen *et al.* (2014), Dutra *et al.* (2018) e Dutra *et al.* (2019) apontam para um efeito negativo da suplementação antioxidante sobre as adaptações induzidas pelo 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 (1 g por dia) e E (400 UI por dia) sobre o









ganho de força de homens treinados após quatro semanas de treinamento realizado em equipamento isocinético.

A tabela 3 apresenta as características dos oito estudos encontrados que avaliaram o ganho de força e/ou ganho de massa muscular em intervenções de TF combinado com a suplementação de vitamina C e E, resumindo seus resultados e classificando o efeito geral da suplementação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Em face do exposto, alguns aspectos devem ser ponderados. Primeiramente, ainda são poucos os estudos que avaliaram esse tipo de suplementação no âmbito do TF. Além disso, os estudos existentes apresentam diferenças metodológicas que podem interferir nos resultados, tais como diferenças

**Tabela 3** – Estudos que avaliaram o efeito da suplementação de vitaminas antioxidantes no TF

ESTUDO	TREINO	SUPLEMENTOS	FORÇA	MASSA MUSCULAR	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO
Bobef <i>et al.</i> (2010). n = 48 idosos	3 x por semana, por 6 meses	Vitamina E: 600 mg/d; vitamina C: 1000mg/d	Dados não apresentados	Aumento apenas no grupo com suplementação	Positivo 
Bobef <i>et al.</i> (2011). n = 57 idosos	3 x por semana, por 6 meses	Vitamina E: 600 mg/d; vitamina C: 1.000 mg/d	Aumento similar entre grupos com e sem suplementos	Aumento similar entre grupos com e sem suplementos	Inócuo 
Theodorou <i>et al.</i> (2011). n = 28 homens	2 x por semana, por 4 semanas	Vitamina C: 1.000 mg/d; vitamina E: 400 UI/d	Aumento similar entre grupos com e sem suplementos	Dados não apresentados	Inócuo 
Paulsen <i>et al.</i> (2014). n = 32 homens e mulheres	4 x por semana, por 10 semanas	Vitamina C: 1.000 mg/d; vitamina E: 235mg/d	Aumento maior no grupo placebo	Aumento sem diferença entre grupos	Negativo 
Bjørnsen <i>et al.</i> (2016). n = 34 idosos	3 x por semana, por 12 semanas	Vitamina C: 1.000 mg/d; vitamina E: 235 mg/d	Aumento similar nos grupos placebo e antioxidante	Aumento maior no grupo placebo	Negativo 
Yfanti <i>et al.</i> (2017). n = 16 homens	2 x por semana, por 4 semanas	Vitamina C: 1.000 mg/d; vitamina E: 400 UI/d	Aumento similar entre os grupos placebo e vitaminas	Dados não apresentados	Inócuo 
Dutra <i>et al.</i> (2018). n = 42 mulheres jovens	2 x por semana, por 10 semanas	Vitamina C: 1.000 mg/d; vitamina E: 400 UI/d	Apenas o grupo placebo aumentou comparado ao grupo de controle	Aumento sem diferença entre grupos	Negativo 
Dutra <i>et al.</i> (2019). n = 33 mulheres	2 x por semana, por 10 semanas	Vitamina C: 1.000 mg/d; vitamina E: 400 UI/d	Dados não apresentados	Aumento muscular e redução de gordura apenas no grupo placebo	Negativo 



na amostra (jovens x idosos; homens x mulheres), estado de treinamento (treinado x sedentário), duração da intervenção (desde 4 semanas até seis meses), dose da suplementação e características do treino (volume/intensidade).

Todavia, o que se observa a partir dos estudos disponíveis sobre o tema é que, do ponto de vista crônico, a suplementação com antioxidantes, nomeadamente as vitaminas C e E, além de não proporcionar o efeito ergogênico que se espera com a neutralização de espécies reativas, pode mitigar as adaptações oriundas do TF. Em outras palavras, a estratégia de suplementação antioxidante no contexto do TF crônico não é aconselhável. A razoável explicação para isso deriva do recente conhecimento de que a produção de radicais livres e outras espécies reativas durante o exercício físico é importante para “engatilhar” a sinalização celular que resulta na ativação de vias hipertróficas e no estado redox celular ideal para a atividade contrátil do músculo (CHENG *et al.*, 2016; POWERS *et al.*, 2010). Ou seja, as espécies reativas parecem exercer ações celulares benéficas e não deveriam ser excessivamente neutralizadas.

Em contrapartida, deve-se considerar que a maioria dos estudos disponíveis utilizou populações saudáveis na amostra. Assim, o efeito crônico da suplementação de antioxidantes combinado com o TF ainda deve ser investigado em pessoas com condições que exacerbam o estresse oxidativo, tais como deficiência de vitaminas, pessoas com lesões musculares e em imobilização, diabéticos, obesos e pacientes com câncer. Além disso, o efeito da suplementação antioxidante em doses menores e no contexto da reabilitação de lesões desportivas ainda carece de elucidação e deve ser explorado em investigações futuras.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.
- 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. 276-285, 2005.
- 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. 2.009-2.011, 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. 883-889, 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.
- 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. 2.491-2.497, 2010.
- CHENG, A. J. *et al.* Reactive oxygen/nitrogen species and contractile function in skeletal muscle during fatigue and recovery. **Journal of Physiology**, v. 594, n. 18, p. 5.149-5.160, 2016.
- DAVIES, K. J. A. *et al.* Free radicals and tissue damage produced by exercise. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 107, n. 4, p. 1.198-1.205, 1982.
- 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. 8.408, n. NOVEMBER 2009, p. 459-469, 2010.
- DUTRA, M.; BOTTARO, M. **Skeletal muscle adaptation to exercise: can we call it sarcohormesis?** British Journal of Sports Medicine BLOG. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324132321>.
- DUTRA, M. T. *et al.* Effect of strength training combined with antioxidant supplementation on muscular performance. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 43, n. 8, p. 775-781, 2018.
- DUTRA, M. T. *et al.* Antioxidant Supplementation Impairs Changes in Body Composition Induced by Strength Training in Young Women. **International Journal of Exercise Science**, 12(2): 287-296, 2019. Disponível em: <http://www.intjexersci.com>.
- 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.
- 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.
- FOX, S. I. **Fisiologia Humana**. 7. ed. Barueri, SP: Manole, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. de C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto – Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008.
- MERRY, T. L.; RISTOW, M. Mitohormesis in exercise training. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 123-130, 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. 24, p. 5.391-5.408, 2014.
- PHILLIPS, B. E. *et al.* Physiological adaptations to resistance exercise as a function of age. **JCI Insight**, v. 2, n. 17, p. 1-16, 2017.
- 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**, 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.; 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.
- REID, M. B. Reactive oxygen species as agents of fatigue. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2.239-2.246, 2016.
- 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. 2.145-2.151, 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. 1.450-1.456, 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. Does Exercise-Induced Muscle Damage Play a Role in Skeletal Muscle Hypertrophy? **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 5, p. 1.441-1.453, 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. 1.145-1.146, 2012.
- 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, 2010.
- SOUZA, M. T. DE; SILVA, M. D. DA; CARVALHO, R. DE. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.
- STEPHENS, N. G. *et al.* Randomised controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease. **Lancet**, v. 347, p. 781-786, 1996.
- 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. 1.373-1.383, 2011.
- 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.
- WINETT, R. A.; CARPINELLI, R. N. Potential Health-Related Benefits of Resistance Training. **Preventive Medicine**, v. 513, p. 503-513, 2001.
- 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. 1.388-1.395, 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.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu suporte da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP/DF (Edital de Demanda Espontânea 2016) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo nº 406109/2016-8).

## CURRÍCULOS

\* Doutor em Educação Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, IFB. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5994205033181824>

\*\* Doutor em Fisiologia do Exercício, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade de Brasília, UnB. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8352652260448205>