

## DESEMPENHO FÍSICO E SUPLEMENTAÇÃO COM VITAMINA C: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Ozanildo Vilaça do Nascimento<sup>1</sup>  
Spartaco Astolfi Filho<sup>1</sup>  
Sylvia Correia de Almeida<sup>2</sup>

**RESUMO-** A vitamina C ou ácido ascórbico realiza inúmeras funções biológicas que são essenciais para a saúde do indivíduo. Considerado um potente antioxidante o que é fundamental para atletas que procuram melhorar o rendimento. Diante disso, a proposta desta revisão narrativa foi verificar se a vitamina C aumentando o desempenho atlético. Foram incluídos ensaios clínicos da vitamina C isolada e combinada à vitamina E. Os resultados sugerem que a suplementação das vitaminas C ou combinada com Vitamina E podem ser empregadas para aumentar a defesa antioxidante, mas, sem ação direta nos níveis de rendimento e desempenho do atleta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho, Vitamina C, ácido ascórbico, Exercício, Atleta.

**ABSTRACT-** Vitamin C or ascorbic acid performs numerous biological functions that are essential to an individual's health. It is considered a powerful antioxidant, which is essential for athletes seeking to improve performance. In view of this, the purpose of this narrative review was to verify whether vitamin C increases athletic performance. Clinical trials of vitamin C alone and in combination with vitamin E were included. The results suggest that vitamin C supplementation or combined with vitamin E can be used to increase antioxidant defense, but without direct action on the athlete's performance levels.

**KEYWORDS:** Performance, Vitamin C, Ascorbic acid, Exercise, Athlete.

### 1. INTRODUÇÃO

As vitaminas não são consideradas fontes essenciais na geração de energia para o exercício ou prática da atividade física sendo consideradas uma substância ou compostos reguladores.

Alguns estudos indicam que há benefícios na suplementação de vitaminas entre os atletas enquanto outros acharam efeitos secundários ou negativos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Além disso, alguns suplementos juntamente com a vitamina C (figura 1) e outros

antioxidantes presentes na dieta auxiliam na regeneração muscular, síntese de glicogênio, redução da fadiga, na potencialização da imunidade (HEATON *et al.*, 2017). Por outro lado, Marson *et al.* (2016), alerta para a ingestão de doses elevadas de vitamina C acima de 1g/dia pode perturbar as vias sinalizadoras redox do músculo esqueléticos que estão relacionadas as adaptações crônicas e agudas ocasionadas pela contração muscular.

A vitamina C (figura 2) aparentemente protege e suprime as infecções respiratórias sistêmicas do trato respiratório superior. Em

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – PPGBiotec – ICB/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil. E-mail: ozanildo@bol.com.br: <https://orcid.org/0000-0002-5030-8084>.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta – SES-Manaus, Brasil. E-mail sylvia2correia@gmail.com: <https://orcid.org/0000-0002-4221-9890>.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – PPGBiotec – ICB/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil. E-mail spartaco.biotec@gmail.com: <https://orcid.org/0000-0001-7556-4423>.

animais com infecção respiratória melhorou a hematose, aumentando a limpeza dos fluidos alveolares, modulando a infecção atenuado o acúmulo de neutrófilos combatendo as doenças tais como aterosclerose, câncer, Alzheimer e Parkinson (MONACELLI *et al.*, 2017; KOCOT *et al.*, 2017; CONTRERAS-DUARTE *et al.*, 2018).

A vitaminas C ou ácido ascórbico (figura 3) é uma vitamina hidrossolúvel atua como cofator restaurando a vitamina E, com papel importante na absorção do ferro o que eleva a síntese da creatina com ação redutora das espécies reativas de oxigênios (EROs) (TAGHIYAR *et al.*, 2013)

A prática diária do treinamento físico extenuantes aumenta a síntese de EROs. Essas moléculas são neutralizadas por um sistema de defesa antioxidantes destacando a vitamina A, C, E, flavonoides e ubiquinona. Portanto, a ingestão extra de vitamina C seria necessário já que em muitos casos o excesso de produção de EROs pode levar a impactos danosos em estruturas celulares e em vias metabólicas, o que pode ocasionar fadiga, desregulação do sistema imune, elevando os níveis de lesões musculares, minimizando o rendimento, com isso reduzindo o desempenho atlético.

Assim sendo, está revisão teve como objetivo agregar e narrar as evidências da literatura sobre os efeitos da suplementação das vitaminas C sobre o desempenho em praticantes de atividade física e em atletas.

## 2. METODOLOGIA

Essa revisão foi realizada em março de 2023, analisando as publicações que preenchesse a temática da suplementação de vitamina C no desempenho de praticantes de atividade física e em atletas. As publicações utilizadas foram na língua inglesa e portuguesa retiradas das bases de dados: SciELO Scientific Electronic Library Online, Pubmed e Google Acadêmico, utilizado as seguintes palavras chaves: “performance”, “ascorbic acid”, “vitamin c”, “exercise”, “physical”, “sport”, “athletic” e seus termos correspondentes em língua portuguesa. Após a análise e leitura foram incluídos apenas artigos que preenchessem a temática da suplementação oral da vitamina C em praticantes de atividade física e em atletas em experimento *in vivo* sendo revisados por pares. Não foram incluídos trabalhos realizados *in vitro*, resumos, trabalhos apresentados em congressos, duplicados e os que não se relacionassem com a temática proposta.

Figura 1: Vitamina C (ácido ascórbico)

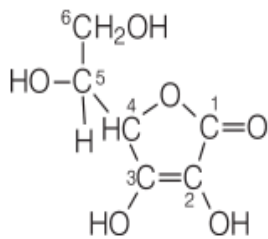


Figura 2: sínteses da vitamina C

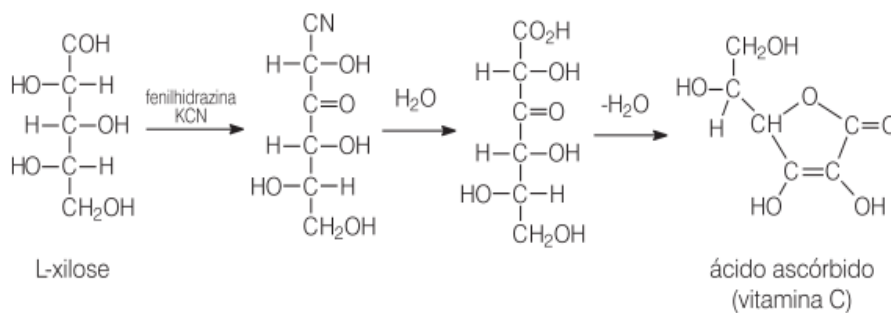
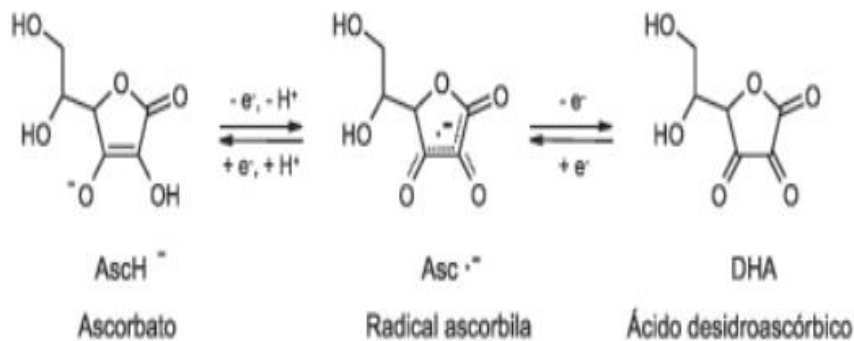


Figura 3: Reação de oxirredução da vitamina



Fonte Nelson; Cox, 2017

Tabela 1. Estudos aplicando a dosagens de vitamina C e E em praticantes de atividade física e atletas.

Autores	Vitamina	Dosagem	Tempo de Uso	Efeitos alcançados
Roberts et al., 2011.	C	1000mg/dia de Vit C homens fisicamente ativos	4 semanas	Não houve diferenças no desempenho físico entre grupos com a ingestão da vitamina C.

Yfanti et al., 2012.	C+E	Vit C (500 mg/dia) + Vit E (400 ui/dia; controle e placebo	3 semanas	No grupo controle houve aumento das vitaminas C e E no plasma, aumento do VO <sub>2</sub> max, redução IL-6 no grupo placebo e aumento do cortisol em ambos os grupos.
Paulsen et al., 2014.	C + E	Vit C (250 mg/dia) + Vit E (58,5 mg/dia) controle e placebo	2 semanas	No grupo controle aumento no VO <sub>2</sub> max e do desempenho no teste shuttle 20 m, maior expressão do gene COX4 e COX4 mRNA apenas no grupo placebo, aumento do PGC-1 $\alpha$ no grupo placebo e redução da expressão dos genes CDC42 e MAPK1 no grupo placebo.
Askari et al., 2012.	C	Vit C 200 mg·dia <sup>-1</sup> ; controle e placebo	8 semanas	Nenhuma modificação no desempenho entre os grupos.
Roberts et al., 2011.	C	Vit C 1000 mg·dia <sup>-1</sup> ; controle e placebo	4 semanas	Nenhuma modificação no desempenho entre os grupos.
Braakhuis et al., 2014.	C	Vit C 1000 mg·dia <sup>-1</sup> controle e placebo	3 semanas	Vitamina C aumentou o estresse oxidativo no grupo controle.
De Oliveira et al., 2019.	C+E	Vit C 500 mg·dia <sup>-1</sup> + Vit E 400 UI·dia <sup>-1</sup> controle e placebo	15 dias	Nenhuma modificação no desempenho entre os grupos

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### RADICAIS LIVRES ESPÉCIES REATIVAS E O EXERCÍCIO

Os radicais livres (RL) são moléculas com elétron não pareado em sua órbita externa com alta instabilidade e grande reatividade. Essas moléculas tendem a reagir, formando receptores (oxidantes) e doadores (redutores) de elétrons, atuando preferencialmente em oxidar proteínas, gordura, hidratos de carbono e DNA (NETO, 2012 )

A geração dos RL desordenados ou em excesso podem ocasionar um aumento na formação de EROS que levam ao estresse oxidativo, na qual as espécies reativas, como os radicais superóxido (O<sub>2</sub>), radicais hidroxil (OH) e o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), podem ocasionar prejuízos e desorganização ao organismo (MYBURGH, 2014).

Desta forma, de modo direto a proporcionalidade entre a adição da taxa respiratória mitocondrial e o aumento na

formação de espécies reativas de oxigênio, sobretudo no treinamento de resistência aeróbia está relacionada com o processo que ocorre durante o intervalo das sessões do treino entretanto, em indivíduos saudáveis e em atletas observa-se que após a adaptação a um protocolo de treinamento esses indivíduos adquirem um elevado perfil de enzimas antioxidantes na fibra muscular, indicando uma resistência eficiente ao estresse oxidativo proporcionado pelo exercício físico (MARSON *et al.*, 2016).

Segundo De Phillippo *et al.* (2018), a vitamina C é um antioxidante apto de inutilizar EROS, amenizando o stress oxidativo que ocorre na fase inflamatória muscular, devido atuar como co-fator de enzimas responsáveis pela formação de colágeno.

#### SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C E EROS

Evidências indicam que o processo de fadiga pode ser desencadeado entre outros fatores pela alta produção de EROs, o ácido ascórbico tem participação na biossíntese de carnitina, hormônios esteroides e neurotransmissores os que podem amenizar os danos musculares o que elevou seu consumo entre praticantes de exercícios físico (DE PHILLIPO *et al.* 2018).

Entretanto, em uma revisão feita por Beck *et al.* (2021), os autores encontraram tanto em dose aguda como na suplementação crônica de vitamina C não tem efeito sobre marcadores de estresse oxidativo associados ao exercício.

Yimcharoem *et al.* (2019), observaram que malondialdeído plasmático foi expressivamente reduzido após a ingestão de 1000 mg de ácido ascórbico 30 minutos antes de uma sessão de ciclismo quando comparo com o placebo. A vitamina C em doses de 200-1000 mg·dia<sup>-1</sup> diminui o estresse oxidativo em indivíduos saudáveis enquanto doses mais altas acima de 1000 mg·dia<sup>-1</sup> reduziram as adaptações obtidas pelo treinamento.

Righi *et al.* (2021), observaram que o estresse oxidativo foi amenizados pela vitamina C quando medidos pela peroxidação lipídica e na resposta inflamatória avaliada pela síntese de interleucina-6, mas sem redução nos níveis de creatina quinase, proteína C-reativa, cortisol, dor, força muscular, utilizando um protocolo de ingestão de 1.500mg de vitamina C/dia uma semana antes e durante uma prova de ultramaratona.

Dez ciclistas profissionais espanhóis foram divididos em dois grupos: um grupo suplementado vitamina C (1000mg/dia) e outro grupo suplementado com vitamina E (400mg/dia) por 25 dias. Após a suplementação foi verificado um aumento no plasma de vitamina C em (30%) e de vitamina E em (25%). Após o início dos treinamentos intensos não houve diferença estatístico significativas nos marcadores de stress oxidativo e da peroxidação lipídica entre os atletas suplementados, por outro lado, no grupo sem suplementação verificou-se uma capacidade antioxidante endógena maior

que entre os atletas suplementados (LEONARDO-MENDONCA *et al.*, 2014). Contrariando esses resultados o trabalho de Garlipp picchi *et al.* (2013), observaram uma redução do estresse oxidativo induzido pelo exercício após a ingestão de vitamina C em atletas de natação. Esses resultados foram notificados pelos valores diminuídos de hidroperóxidos lipídios (FOX), ácido tiobarbitúrico (TBARS) e pelo aumento de vitamina C circulante no plasma sanguíneo. Por outro lado, Yfanti *et al.* (2010), não indicaram nenhuma alteração nas enzimas SOD2 muscular durante as 12 semanas de treinamento, enquanto havia a ingestão de vitamina C/E. Da mesma forma, Cumminings *et al.* (2014), observaram não haver alterações em nenhum parâmetro do treinamento físico e nem na expressão antioxidante de Gpx1 ou SOD2.

Braakhuis, (2011) fez uma revisão em doze pesquisas com ingestão de vitamina C igual ou superior a 1000mg por dia. Ao final o autor verificou que em quatro estudos houve uma redução substancial do desempenho desportivo. Neste contexto, o autor sugere uma suplementação inferior de vitamina C (250mg por dia) através do consumo de fruta e hortícolas seria capaz de diminuir o estresse oxidativo, pode ser benéfico para a saúde e não traria prejuízos para as adaptações ocasionadas pelo treinamento.

VITAMINA C E A RELAÇÃO COM O EXERCÍCIO

A literatura não só do esporte mais a médica aponta que o uso da vitamina C por indivíduos e atletas ainda é controverso. Braakhuis, (2012) cita que a vitamina C em doses igual ou superior a 1000 mg ou acima por dia prejudica expressivamente a biogênese mitocondrial. Em corredores treinados do sexo feminino suplementando com 1000 mg·dia<sup>-1</sup> de vitamina C por três semanas levou a uma redução na velocidade da corrida (BRAAKHUIS *et al.*, 2014).

Pesquisa demonstrou que a ingestão de vitamina C dificultou o progresso no desempenho de resistência em ratos após 6 semanas de treinamento, entretanto, em humanos treinados com protocolo de corrida intervalada observou que a suplementação com vitamina C (1000 mg/dia) durante 4 semanas melhorou tanto o VO2 máximo como a aptidão física (ROBERTS *et al.*, 2011). Em outro ensaio foi indicado que durante a ingestão de vitamina C os níveis elevados de antioxidantes endógenos no plasma foram observados no período que o treinamento era realizado, apesar que o autor não cita se houve melhoras no desempenho físico dos indivíduos estudados (HIGASHIDA *et al.*, 2011).

Paschalis *et al.* (2016), recrutaram 100 homens com certos níveis basais de vitamina C no sangue. Os indivíduos foram divididos em dois grupos. Grupo com 10 indivíduos com valores basais maiores e um grupo e 10 indivíduos com valores basais menores. Logo



em seguida os participantes realizaram um teste agudo de exercício aeróbico até a exaustão. Após suplementação da vitamina C durante 30 dias os participantes repetiram o teste. O grupo com valores basais menores de vitamina C obtiveram valores mais baixos de VO<sub>2</sub>máx enquanto o grupo suplementado com vitamina C houve um aumento expressivamente o VO<sub>2</sub>máx. Os autores concluíram que valores basais menores de vitamina C está relacionada à redução do desempenho da atividade de resistência gerando um maior estresse oxidativo.

Mesmo com controvérsias se a vitamina C prejudica a adaptação ao exercício Merier *et al.* (2013), citam que algumas pesquisas divergem em certos resultados devido a valores diferentes de ingestão com a vitamina C (animais de 500 mg kg<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> vitamina C ou em humanos média de 13-16 mg kg<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou se esses protocolos utilizados contêm outras vitaminas consideradas antioxidante (N-acetilcisteína, vitamina E e coenzima Q10) isso pode caracterizar interpretações diversas nos resultados pesquisados.

## VITAMINA C RECUPERAÇÃO E DANOS MUSCULAR

A regeneração do dano muscular proporcionado pelo treinamento físico, ocorre em certos momentos devido a síntese de certas citocinas como o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ ) e a interleucina-6 (IL-6).

Evidências demonstraram que a vitaminas C reduz a dor e a liberação de IL-6, porém, ainda

não se sabe de que forma a ação da vitamina C influencia na regeneração da lesão (DE BRITO *et al.*, 2020). Para verificar a influência da vitamina C sobre marcadores inflamatórios Bohlooli *et al.* (2012), recrutaram 16 homens não treinados a ingerir 500 mg de Vitamina C antes da realização de um protocolo de corrida de 30 min a 75% do VO<sub>2</sub> máx. Os resultados indicaram que esse protocolo não teve influência sobre leucócitos totais, neutrófilos, PCR e IL-6.

Entretanto, Poulab *et al.* (2015), observaram em 20 homens saudáveis após 4 semanas de ingestão de 1000mg por dia de vitamina C os níveis aumentados da capacidade antioxidante no soro sanguíneo. Esses resultados foram encontrados após a realização de uma corrida de 45 minutos executadas em nove séries de 5 minutos com intervalo de 2 minutos entre as séries utilizando de 10% a 80% do VO<sub>2</sub> máx. Da mesma forma, Braakhuis *et al.* (2013), não tiveram respostas a suplementação de 1g/dia de Vitamina C em mulheres e homens com prática de corrida de endurance. Entretanto, nos dois estudos houve um aumento significativos nos marcadores de estresse oxidativo, entre eles a CAT e SOD. Por outro lado, quando a ingestão é misturada por Vitamina C/E, existe indicativo de potencialização da ação desta vitamina.

Um mix de Vitamina C/E (1g/dia e 235 mg/dia, respectivamente) foram ingeridos por idosos ativos, durante nove sessões treinamento intervalado durante três semanas de 4-6 repetições de 30 segundos de sprints em ciclo

ergômetro com intervalos de 4 minutos. Após o treino houve uma redução do desconforto muscular (WYCKELSMAN *et al.*, 2020). Clifford *et al.* (2020), observaram que a suplementação com vitamina C e/ou E elevam no desempenho e na força muscular.

#### VITAMINA C TREINAMENTO DE FORÇA

Atualmente algumas pesquisas avaliam se ingestão de suplementos antioxidantes podem inibir a biogênese mitocondrial e a expressão de enzimas antioxidantes nos músculos esqueléticos em certos protocolos de treinamento de força.

A ação da ingestão da vitamina C de 600 mg/dia de vitamina E; 1000 mg/dia durante 6 meses em 12 indivíduos idosos de ambos os sexos realizando 3 vezes por semana 7 exercícios com 3 séries de 8 repetições a 80% 1RM. Após o experimento o grupo que ingeriu as vitaminas C/E tiveram aumento da massa magra quando comparação ao grupo controle (BOBEUFI *et al.*, 2010). Por outro lado, Pulsen *et al.* (2015), não encontraram diferenças quando 12 homens e 5 mulheres foram suplementados com vitamina C e E (1000 mg dia e 235 mg dia) por 10 semanas, durante um protocolo de treinamento resistido com duas sessões de 2 vezes por semana.

Theodorou *et al.* (2011), em um ensaio duplo-cego com 14 homens que receberam diariamente 1g de vitamina C e 400UI de vitamina E por 11 semanas realizando um protocolo de exercícios resistidos excêntricos de

5 séries de 15 repetições. Os resultados indicam que o protocolo reduziu o dano muscular e marcadores redox do sangue em ambos os grupos.

Após a ingestão de 1 g de vitamina C e 400 UI de vitamina E diariamente por 9 semanas em 16 homens jovens que praticam atividades físicas, em 15 mulheres jovens saudáveis por 10 semanas e em 34 idosos homens com ingestão antes e após treinamento de 500 mg de vitamina C e 117,5 mg de vitamina E por 12 semanas, não houve redução dos danos muscular nestes grupos (YFANTI *et al.*, 2017).

#### VITAMINA C E VITAMINA E NA ADAPTAÇÃO AO EXERCÍCIO

Um estudo combinou 500 mg de vitamina C e 400 UI de vitamina E por dia não demonstraram efeitos negativos nas respostas adaptativas do músculo esquelético (YFANTY *et al.*, 2010). No entanto, 1000 mg·dia<sup>-1</sup> de vitamina C com vitamina E pode agir negativamente na via de sinalização da síntese de proteína (MORRISON *et al.*, 2015).

Em jogadores de futebol suplementados com 500 mg·dia<sup>-1</sup> vitamina C e 400 UI·dia<sup>-1</sup> vitamina E por 15 dias reduziu o estresse oxidativo (DE OLIVEIRA *et al.*, 2019). Clifford *et al.* (2019), analisando ensaios clínicos randomizados e controlados em que a vitamina C, E separadas ou ambas suplementadas em conjunto com um protocolo de treinamento físico aplicado por quatro semanas de duração não diminuiu o desempenho



proporcionado pelo exercício aeróbio. Entretanto, o mesmo autor observou que os estudos continham tamanhos de amostra expressivamente reduzidas e nenhum dos ensaios utilizou atletas de alto rendimento.

Paulsen *et al.* (2014), observaram em atletas de resistência um aumento do VO<sub>2</sub>max e do teste de shuttle de 20m após a ingestão de vitamina C e E. Entretanto, o PGC-1 $\alpha$ , o COX4, CDC42 e a proteína MAPK1, ativadoras das vias da biogênese mitocondrial, estavam presentes apenas nas fibras musculares do grupo controle.

Yfanti *et al.* (2010), administraram a jovens praticantes atividades físicas moderadas (n=12) uma dosagem de ácido ascórbico e  $\alpha$ -tocoferol de 5 e 15 vezes maiores que a recomendação diária. Os resultados indicaram que, a potência máxima, VO<sub>2</sub>max, limiar de lactato, a citrato sintetase e  $\beta$ -hidroxiacil-CoA desidrogenase, e o nível de glicogênio tiveram um aumento expressivo independentemente da ingestão destas vitaminas. Os autores concluíram que a administração de vitaminas C e E não interferem nas adaptações físicas relacionadas ao treinamento de resistência. Embora pesquisas indiquem evidências de que atletas que fazem ingestão de antioxidantes diminuam o estresse oxidativo, o consumo de antioxidante habitualmente não está relacionado a um aumento do desempenho no treinamento.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão após análise dos artigos ficou concluído que os efeitos obtidos pela suplementação de vitamina C ou combinada com vitamina E são para aumentar as respostas antioxidantes do atletas mas não é capaz de maximizar a performance, talvez esses resultados sejam inconclusivos devido os protocolos de treinamento que foram utilizados e a não padronização das dosagens de vitamina C ou combinada com a vitamina E, tamanho da amostra, sexo, idade, modalidade esportiva, tempo de ingestão da suplementação o que dificulta um possível posicionamento para os pesquisadores.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECK, K. L.; VON HURST, P. R.; O'BRIEN, W. J.; BADENHORST, C. E. Micronutrients and athletic performance: A review. **Food and Chemical Toxicology**, 158, 112618.2021.

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, p. 883-889, 2011.

BOHLOOLI, S. et al. Influence of vitamin C moderate dose supplementation on exercise-induced lipid peroxidation, muscle damage and inflammation. **Medicina dello Sport**, v. 65, n. 2, p. 187-197, 2012.

BRAAKHUIS, A. J.; HOPKINS, Will G.; LOWE, T. E. Effects of dietary antioxidants on training and performance in female runners. **European journal of sport science**, v. 14, n. 2, p. 160-168, 2014.

CLIFFORD, T. et al. The effects of vitamin C and E on exercise-induced physiological adaptations: a systematic review and Meta-analysis of randomized

controlled trials. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 21, p. 3669-3679, 2020.

CONTRERAS-DUARTE, S. et al. Attenuation of atherogenic apo B-48-dependent hyperlipidemia and high density lipoprotein remodeling induced by vitamin C and E combination and their beneficial effect on lethal ischemic heart disease in mice. **Biological research**, 51.2018.

CUMMING, K.T. et al. Effects of vitamin C and E supplementation on endogenous antioxidant systems and thermal shock proteins in response to resistance training. **Physiol Rep** 2, e12142.2014.

DE BRITO, E. et al. Vitamins C and E associated with cryotherapy in the recovery of the inflammatory response after resistance exercise: a randomized clinical trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 1, p. 135-141, 2022.

DE OLIVEIRA, Donizete CX et al. Antioxidant vitamin supplementation prevents oxidative stress but does not enhance performance in young football athletes. **Nutrition**, v. 63, p. 29-35, 2019.

DEPHILLIPO, N.N. Et al. Efficacy of Vitamin C Supplementation on Collagen Synthesis and Oxidative Stress After Musculoskeletal Injuries: A Systematic Review. **Orthop J Sports Med.** 6(10):2325967118804544.2018.

GARLIPP-PICCHI, M.; DEMINICE, R.; OVÍDIO, P. P.; JORDÃO, A. A. Efeitos do ácido ascórbico nos biomarcadores de estresse oxidativo em nadadores de elite. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 19, 394-398.2013.

HEATON, L. et al. Selected in-season nutritional strategies to enhance recovery for team sport athletes: A Practical Overview. **Sports Medicine** 47:2201-2218.2017.

HIGASHIDA, K. et al. Normal adaptations to exercise despite protection against oxidative stress. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, Rockville, v. 301, n. 5, p. 779-784, 1 nov. 2011.

KOCOT, J. et al. Does vitamin C influence neurodegenerative diseases and psychiatric disorders? **Nutrients**, 9(7), 659.2017.

LEONARDO-MENDONCA, R.C. et al. Redox status and antioxidant response in professional cyclists during training. **European journal of sport science**, (8):830-8.2014.

MASON, S.A.; MORRISON, D.; MCCONELL, G.K.; WADLEY, G.D. Muscle redox signalling pathways in exercise. Role of antioxidants. **Free Radical Biology and Medicine** 98:29-45.2016.

MEIER, P.; RENGA, M.; HOPPELER, H.; BAUM, O. The impact of antioxidant supplements and resistance exercises on carbohydrate and lipid metabolism genes in skeletal muscle of mice. **Cell Biochem Funct** 31, 51–59.2013.

MONACELLI, F. et al. Vitamin C, aging and Alzheimer's disease. **Nutrients**, 9(7), 670. 2017.

MORRISON, D. et al. Vitamin C and E supplementation prevents some of the cellular adaptations to endurance-training in humans. **Free Radical Biology and medicine**, 89, 852-862.2015.

NETO, J. M. F. A. Formação de espécies reativas de oxigênio e exercício físico. **Lecturas: Educación física y deportes**, (168), 3-11.2012

NELSON, D. L.; Cox, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 20

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.4553, 2016.

PAULSEN, G. et al. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomised, controlled trial. **J Physiol.** 592: 1887-1901.2014.

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. 5391-5408, 2014.

POULAB, E.I. et al. The effect of a four-week acute vitamin C supplementation on the markers of oxidative stress and inflammation following eccentric exercise in active men. **Int J Basic Sci Appl Res**, v. 4, p. 190-195, 2015.

ROBERTS, L.A.; BEATTIE, K.; CLOSE, G.L.; MORTON, J.P. Vitamin C consumption does not impair training-induced improvements in exercise performance. **Int J Sports Physiol Perform**, 6: 58-69.2011.

TAGHIYAR, M. et al. The effect of vitamins C and e supplementation on muscle damage, performance, and body composition in athlete women: a clinical trial. **International Journal of Preventive Medicine**, 4(Suppl 1), S24.2013.

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.

WYCKELSMA, V. L. et al. Vitamin C and E treatment blunts sprint interval training–induced changes in inflammatory mediator-, calcium-, and mitochondria-related signaling in recreationally active elderly humans. **Antioxidants**, v. 9, n. 9, p. 879, 2020.

YFANTI, C. et al. Antioxidant supplementation does not alter adaptation to resistance training. **Sci Sports Exerc Med** 42, 1388–1395.2010.

YFANTI, Christina et al. Chronic eccentric exercise and antioxidant supplementation: effects on lipid profile and insulin sensitivity. **Journal of sports science & medicine**, v. 16, n. 3, p. 375, 2017.

YIMCHAROEN, M. et al. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 16(1), 2.2019.