

VITAMINA C E PERFORMANCE: UMA REVISÃOLuciana de Quadros¹
Rafael Longhi Sampaio de Barros¹**RESUMO**

Objetivo: Apresentar uma revisão sobre as evidências que embasam o consumo de vitamina C para desportistas e atletas que visam a melhoria da performance. **Síntese de dados:** A vitamina C é um micronutriente essencial com várias funções biológicas importantes. Além de ser considerado um potente antioxidante que elimina espécies reativas de oxigênio e nitrogênio. Dentre outras funções, a vitamina C reduz os sintomas das gripes e resfriados, acelerando o processo de recuperação e tem um efeito anticatabólico. Esse efeito tem importância fundamental para os praticantes de atividade física. Considerando-se que a vitamina C participa como cofator na biossíntese de carnitina, hormônios esteróides e neurotransmissores, estabeleceu-se a ideia de que a necessidade desse nutriente estaria aumentada em pessoas engajadas em exercícios físicos intensos ou estresse frequente. Devido a isso, essa revisão visa investigar a atuação desse micronutriente na performance. **Fontes de dados:** Foi realizada revisão bibliográfica sobre o tópico, tendo sido consultados artigos selecionados a partir das bases de livros, Scielo, Nutrire, Pubmed, The American Journal Of Clinical Nutrition, Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. **Conclusão:** A importância da vitamina C na alimentação é indiscutível, porém mais pesquisas são necessárias para esclarecer se a suplementação desse micronutriente realmente acarreta na otimização da performance.

Palavras-chave: Ácido Ascórbico. Biodisponibilidade. Estresse Oxidativo. Suplementação. Toxicidade.

1-Nutricionista pela Universidade de Caxias do Sul-UCS, Pós-graduanda em Nutrição Clínica e Esportiva pelo Instituto de Pesquisas, Ensino e Gestão em Saúde-IPGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

ABSTRACT

Vitamin c and performance: a review

Aim: To present a review of the evidences that supports the consumption of vitamin C for sportsmen and athletes aiming improvement in performance. **Data synthesis:** Vitamin C is an essential micronutrient with several and important biological functions. In addition to being considered a potent antioxidant that eliminates reactive oxygen and nitrogen species. Among other functions, vitamin C reduces the symptoms of colds and flu, accelerating the recovery process and has an anti-catabolic effect. This effect has fundamental importance for the physically active. Considering that vitamin C participates as a cofactor in carnitine biosynthesis, steroid hormones and neurotransmitters, it has been established the idea that the need for this nutrient would increase for people engaged in strenuous exercise or frequent stress. Because of this, this paper aims to investigate the role of this micro-nutrient in performance. **Data sources:** A literature review on the topic was held, having been consulted articles selected from references of books, Scielo, Nutrire, Pubmed, The American Journal of Clinical Nutrition, Brazilian Society of Sports Medicine. **Conclusion:** The importance of vitamin C in the diet is indisputable, but more research is needed to clarify whether supplementation of this micro-nutrient actually leads to performance optimization.

Key words: Ascorbic Acid. Bioavailability. Oxidative Stress. Supplementation. Toxicity.

2-Professor do Centro Universitário Metodista - IPA/RS, Pesquisador do Laboratório de Neurociências do Departamento de Bioquímica-UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail dos autores:
luci.quadros@gmail.com
rafael@longhinutricaoesportiva.com.br

INTRODUÇÃO

A prática regular de atividade física associada a uma dieta balanceada pode ser importante fator na promoção da saúde. Todavia, a frequente realização de exercícios físicos de alta intensidade ou exaustivos pode aumentar a suscetibilidade a lesões, promover a fadiga crônica e overtraining, parcialmente em razão da elevada síntese de espécies reativas de oxigênio (Cruzat e colaboradores, 2007).

A busca pela melhora na performance de atletas e desportistas vem sendo discutida a fim de encontrar nutrientes que otimizem os resultados sem provocar toxicidade ao usuário.

A vitamina C é um micronutriente essencial com várias funções biológicas importantes, sendo cofator para a biossíntese do colágeno, cartilina, neurotransmissores e também de hormônios peptídicos (Carr e colaboradores, 2013).

Segundo Guimarães Neto (2009), a vitamina C tem efeito anticatabólico e acelera a recuperação muscular (Guimarães Neto, 2009).

Dessa forma, esse artigo apresenta uma revisão sobre a atuação da vitamina C no organismo e seu possível efeito no aumento da performance de praticantes de atividade física.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi uma revisão criteriosa a partir de artigos científicos nacionais e internacionais, todos indexados entre os anos de 2000 e 2015, além de livros especializados da área. Foram utilizadas às bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs, Bireme, para a busca das referências citadas.

Para a pesquisa os conectores “and”, “or” e “not” foram relacionados com as seguintes palavras-chave, na língua inglesa e em português: “ácido ascórbico” (ascorbic acid), “biodisponibilidade” (bioavailability), “estresse oxidativo” (oxidative stress), “performance” (performance), “radicais livres” (free radicals), “suplementação” (supplementation), “toxicidade” (toxicity), “vitamina C” (vitamin C).

Os critérios de inclusão utilizados foram estudos que avaliaram o consumo e a suplementação de vitamina C por desportistas

e atletas, que visam a melhoria da performance e como critérios de exclusão, artigos que não utilizaram o exercício como parte da metodologia e não citavam vitamina C como critério de análise.

O papel da vitamina C

Uma dieta rica em alimentos fonte de vitamina C baseia-se em frutas cítricas/ácidas ou seus sucos (acerola, laranja, abacaxi, caju, goiaba, manga, maracujá, limão), frutas vermelhas, pimentões verdes e vermelhos, tomate, brócolis e vegetais folhosos, como o espinafre (Rique e colaboradores, 2002).

A recomendação de vitamina C é fácil de ser alcançada desde que se consuma um alimento fonte diariamente. As RDA's de vitamina C são de 90 mg para homens e 75 mg para mulheres. A absorção de vitamina C é cerca de 70% a 90% da ingestão quando a quantidade ingerida está na faixa de 30 a 180 mg/dia. Entretanto, quando a quantidade é em torno de 1gr, a absorção é reduzida em 50% (Vitolo, 2008).

As recomendações mais recentes de vitamina C, de acordo com a National Academy of Sciences, são de 75mg para mulheres e 90mg para homens, sendo que fumantes podem requerer 35mg extras. O consumo máximo tolerado pelo organismo diariamente é de 2.000 mg (Rique e colaboradores, 2002).

Deruelle (2008), relata que a dose diária recomendada (RDA) de vitamina C é menor do que as necessidades corporais. Na verdade, ele parece não garantir a proteção da saúde verdadeira e parece difícil de alcançar uma dose eficaz de vitamina C só através do consumo de alimentos (Deruelle, 2008).

Segundo Gomes, a vitamina C também é um agente redutor forte, devido à sua facilidade em doar elétrons, com propriedades antioxidantes importantes. Ela pode inativar uma grande variedade de espécies reativas de minimizar os danos para os tecidos do corpo. (Gomes e colaboradores, 2012).

A vitamina C, dentre outros efeitos, reduz os sintomas das gripes e resfriados, acelerando o processo de recuperação e tem um efeito anticatabólico. Esse efeito anticatabólico tem importância fundamental para os praticantes de musculação (Guimarães Neto, 2009).

A vitamina C como antioxidante

O ácido ascórbico é considerado um potente antioxidante, que elimina espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (Lira e colaboradores, 2012).

Os antioxidantes são substâncias que contribuem para a redução dos efeitos do estresse e da falta de oxigênio provocadas pelo exercício, formando complexos que diminuem as reações produtoras de radicais livres (Navas e colaboradores, 2000).

Os radicais livres são moléculas instáveis, sem um par de elétrons nas suas órbitas exteriores e são altamente reativos, podendo causar processos traumáticos nos tecidos provocados por diversas reações. O exercício físico intenso e contínuo é acompanhado pela produção de radicais livres, podendo provocar danos musculares seguidos pelo processo inflamatório, restringindo a função muscular (Navas e colaboradores, 2000).

Estudos experimentais sugerem um papel fundamental do estresse oxidativo na aterogênese: danos mediados por radicais livres induzem alterações oxidativas nas partículas de colesterol de baixa densidade que iniciam e promovem alterações ateroscleróticas. Este processo pode ser prevenido ou revertido através da utilização de antioxidantes (Sarmiento e colaboradores, 2013).

Considerando-se que o ácido ascórbico participa como cofator na biossíntese de carnitina, hormônios esteroides e neurotransmissores, estabeleceu-se a ideia de que os requerimentos desse nutriente estariam aumentados entre pessoas engajadas em exercícios físicos intensos ou estresse frequente. Mas parece que não há evidências para acreditarmos nessa hipótese (Vitolo, 2008).

Atividade física e consumo de antioxidantes

As causas do aumento da produção de radicais livres durante o exercício não foram totalmente esclarecidas. Apesar de vários mecanismos identificados, ainda há uma falta de compreensão de como cada um deles contribui para a quantidade total de estresse oxidativo produzido. Por exemplo, embora o consenso geral seja que, durante o

exercício, a produção de espécies reativas ocorre principalmente através da contração muscular (esquelético e cardíaco), outros mecanismos, tais como, processos inflamatórios e aumento da liberação de catecolaminas, que podem ocorrer com o exercício, também desempenham um papel importante na geração de espécies reativas (Gomes e colaboradores, 2012).

Em relação ao exercício agudo, tanto exercício aeróbio e anaeróbio pode resultar em produção aumentada de radicais livres, mas o estresse oxidativo agudo nem sempre pode ser visto.

A produção de espécies reativas de oxigênio é positivamente dependente da carga (intensidadexduração) do exercício. Sugere-se que elevadas espécies reativas de oxigênio produzidas por ataques agudos de exercício, podem ser prejudiciais para o sistema imune. No entanto, o exercício crônico produz adaptações fisiológicas capazes de regular o sistema antioxidante (Gomes e colaboradores, 2012).

A vitamina C relacionada ao estresse oxidativo

A vitamina C controla uma substância produzida pelo organismo denominada cortisol. Esse é um hormônio liberado, quando uma pessoa entra em estresse e também quando elevados esforços físicos são realizados, como um treinamento pesado. Esse hormônio é antagonista à testosterona.

De fato, a liberação de cortisol suprime a testosterona natural produzida em nosso organismo. Inicia-se então, uma disputa entre esses dois hormônios; enquanto o cortisol tem um efeito catabólico, a testosterona tem um efeito anabólico (Guimarães Neto, 2009).

Ao analisar a literatura disponível, existem alguns resultados diferentes em relação às taxas de estresse oxidativo como o resultado de desempenho do exercício. Isso é compreensível, porque a variedade de fatores pode influenciar a taxa oxidativa, tais como os grupos musculares recrutados, os modos de contração, a intensidade do exercício, a duração do exercício, bem como a população se exercitar (Gomes e colaboradores, 2012).

Suplementação de vitamina C

Segundo o Deruelle (2008), a literatura mostra que a ingestão de vitamina C mais elevada do que a RDA é segura. Por conseguinte, a fim de conquistar saúde e evitar uma série de doenças, sugere-se que, na presente situação, a suplementação de vitamina C é necessária.

De acordo com a literatura atual, o autor enfatiza que, para garantir um subsídio ideal de vitamina C, aconselha 1gr diária de suplementação de vitamina C, acompanhado por uma dieta rica em frutas e legumes (Deruelle, 2008).

Palmer e colaboradores (2003), verificaram que a suplementação com 1.500mg de vitamina C/dia por sete dias antes e durante uma ultramaratona não atenuou o estresse oxidativo após a prova (Palmer e colaboradores, 2003).

Thompson e colaboradores (2001), a partir de uma sessão de exercício não habitual, avaliaram o efeito de duas semanas de suplementação com vitamina C sobre a recuperação. O grupo suplementado recebeu duas doses de 200mg de vitamina C/dia e, duas semanas após o início da suplementação, os indivíduos foram submetidos a um protocolo de exercício intenso e prolongado.

A concentração de CK e de mioglobina não foi alterada pela suplementação. Todavia, a suplementação atenuou a dor muscular, beneficiando a recuperação da função do músculo (Thompson e colaboradores, 2001).

Em outro trabalho, Thompson e colaboradores (2003), investigaram o efeito da suplementação pós-exercício com vitamina C sobre a recuperação, a partir da realização de uma sessão de exercício intenso, prolongado e não habitual. Imediatamente após a atividade, o grupo suplementado ingeriu 200mg de vitamina C. Essa intervenção nutricional foi repetida mais uma vez no mesmo dia e na manhã e noite dos dois dias seguintes.

A concentração de vitamina C no plasma do grupo suplementado aumentou uma hora após o término do exercício e permaneceu elevada durante três dias pós-exercício. As concentrações de CK e mioglobina, entretanto, não foram afetadas pela suplementação, sendo que tanto a dor, quando a recuperação da função muscular,

não diferiram entre os grupos (Thompson e colaboradores, 2003).

A vitamina C, também é conhecida para regenerar outros antioxidantes, tais como vitamina E, glutathione, de volta para o seu estado de redutor. Assim, ocorre a manutenção de uma rede equilibrada de antioxidantes (Rietjens e colaboradores, 2002).

Com base no estudo realizado por Carr e colaboradores (2013), os resultados encontrados demonstraram que o uso deste nutriente dentro das recomendações diárias preestabelecidas foi suficiente para saturar o tecido muscular, sendo a suplementação não dietética desnecessária para a reposição diária (Carr e colaboradores, 2013).

Estudos têm demonstrado recentemente que a suplementação com antioxidantes pode interferir com a sinalização celular induzida pelo exercício nas fibras musculares esqueléticas. Por exemplo, Furlan e Pastor-Valero (2004) investigaram se a doses elevadas de vitamina C afeta a adaptação ao exercício físico de resistência tanto em um animal e um modelo humano (1000 mg/dia do estudo humano; participantes do sexo masculino).

Curiosamente, o desempenho de resistência aumentou em maior medida nos animais tratados com o placebo, em comparação com os animais tratados com vitamina C.

Assim, a suplementação com altas doses de vitamina C e E parece diminuir algumas das adaptações induzidas pelo treinamento de endurance dos músculos-esqueléticos. Sugerimos que altas doses de antioxidantes isolados devem ser usadas com precaução em indivíduos que são simultaneamente envolvidos em treinamento de resistência (Paulsen e colaboradores, 2014).

Higashida e colaboradores (2011), estudaram o efeito da combinação vitamina C (750 mg /kg de peso corporal/dia) e vitamina E (150 mg /kg de peso corporal/dia) suplementada sobre as respostas adaptativas induzidas pelo treinamento de mitocôndrias musculares e sensibilidade à insulina em ratos.

Com base nos resultados deste estudo, a suplementação de vitamina C e E não tem um efeito inibitório ou um efeito promotor sobre as respostas adaptativas

relacionadas com mitocôndrias e metabolismo da glicose do músculo esquelético ao exercício crônico (Higashida e colaboradores, 2011).

Ryan e colaboradores (2010), explorou os efeitos da estimulação elétrica crônica, juntamente com suplementação de vitamina C e vitamina E na homeostase e função muscular em ratos jovens (7 machos por grupo etário até 3 meses) e ratos velhos (7 machos por grupo com idades até 30 meses). Os ratos não treinados foram submetidos a 80 ações máximas concêntrico-excêntricas por sessão, três vezes por semana durante 4,5 semanas.

A suplementação de vitamina C (20 g/kg de peso corporal/dia) e vitamina E (30 g/kg de peso corporal/dia) suplementação começou uma semana antes da primeira sessão de estimulação elétrica. Em resumo, a suplementação de vitamina C e E resultou na redução do estresse oxidativo induzido por estimulação elétrica e um melhor trabalho concêntrico em ratos velhos, mas não nos ratos jovens (Ryan e colaboradores, 2010).

Um estudo determinou os efeitos de quatro semanas suplementando vitamina C (1000 mg/dia) no desempenho de humanos moderadamente treinados (7 homens no grupo placebo com idades entre 23 anos e 8 homens do sexo masculino no grupo suplementado com idade de 21 anos). Foi implementado um protocolo de corrida intervalado de alta intensidade com duração de quatro semanas.

O nível de vitamina C antes e após a suplementação não foi determinada. O treinamento melhorou tanto o VO₂ máximo e desempenho, medidos por vários testes de aptidão física. Além disso, e como seria de esperar, o treinamento aumentou a taxa de oxidação de gordura e diminuição da taxa de oxidação de carboidratos durante o exercício agudo. Em conclusão, a suplementação de vitamina C durante quatro semanas de treinamento intervalado não afetou melhorias induzidas pelo treinamento no desempenho do exercício de seres humanos (Roberts e colaboradores, 2011).

Outro estudo analisou o efeito de vitaminas antioxidantes sobre a regulamentação da expressão de interleucina-6 nos músculos e na circulação em resposta ao exercício agudo antes e depois de alta intensidade de treinamento de endurance. Vinte e um homens jovens saudáveis foram divididos em dois grupos: VT (vitamina C e E, n = 11) e grupo placebo (PL, n = 10). Em um

dos ensaios foi realizado exercício agudo na bicicleta (1h em 65% de potência máxima), antes e após 12 semanas de treino progressivo exercício de resistência.

O estresse oxidativo, avaliado pela concentração de proteína do plasma, foi em geral mais elevado no VT em comparação com o grupo de PL. Em conclusão, os resultados indicam que, embora a suplementação de vitamina C e E possa atenuar os aumentos em plasma da IL-6, induzidos pelo exercício, não há efeito aditivo claro quando combinado com o treinamento de resistência (Yfanti e colaboradores, 2012).

No estudo de Theodorou e colaboradores (2011), um grupo de homens recebeu suplementação via oral diária de vitamina C e vitamina E (n = 14) e o grupo placebo (n = 14) por 11 semanas (iniciado 4 semanas antes do teste de esforço pré-treinamento e continuou até o teste de exercício pós-treino).

Após o teste de linha de base, os sujeitos realizaram uma sessão de exercício excêntrico 2 vezes/semana, durante 4 semanas. Antes e após o exercício excêntrico crônico, os indivíduos foram submetidos a uma sessão de exercício excêntrico agudo. Medidas fisiológicas foram realizadas e foram coletadas amostras de sangue e amostras de biópsia muscular. Os resultados não apoiaram qualquer efeito da suplementação antioxidante. A completa falta de qualquer efeito sobre as medidas de resultados fisiológicos e bioquímicos utilizados, levanta questões sobre a validade do uso de suplementação antioxidante oral como um modulador redox do músculo e do estado redox em humanos saudáveis (Theodorou e colaboradores, 2011).

Toxicidade da vitamina C

Acredita-se que, em função do excesso ser excretado, o consumo excessivo é inócuo. Não há evidências comprovadas de que a ingestão de vitamina C é cancerígena e teratogênica. Revisão sobre o assunto mostrou que altas doses de vitamina C têm baixa toxicidade.

Foram demonstrados efeitos adversos com doses bem elevadas, acima de 3 gr/dia, os quais incluem diarreia, distúrbios gastrintestinais, aumento da excreção de oxalato, formação de cálculo renal e aumento

na excreção urinária de ácido úrico, efeitos pró-oxidativos e efeitos de abstinência (esse efeito refere-se ao fato de a pessoa regular o sistema para absorver pequena parte das altas doses disponíveis; quando a pessoa para de tomar as altas doses, o organismo não absorve a quantidade pequena que passa a ser ingerida) (Vitolo, 2008).

A atividade física de alta intensidade e/ou duração pode gerar radicais livres a partir do aumento do consumo de oxigênio pelas mitocôndrias. Acredita-se que esse excesso de radicais livres possa levar a dano nas membranas musculares. Entretanto, o organismo humano possui vários mecanismos endógenos de defesa para neutralizar os radicais livres como as enzimas: superóxido-desmutase, glutathione peroxidase e catalase.

Além disso, a atividade física regular aumenta a efetividade desses mecanismos endógenos, colaborando para que, mesmo após atividade física extenuante, não ocorra dano oxidativo.

Mesmo assim, é prática comum entre atletas o uso de doses extras de vitaminas, principalmente C e E, por suas propriedades antioxidantes. Estudo realizado em São Paulo com universitários de uma instituição privada mostrou que 30,4% dos entrevistados usavam produtos vitamínicos (Alves e Lima, 2009).

A importância da vitamina C como antioxidante é bem estabelecida, considerando-se as doses recomendadas, geralmente alcançadas por meio da alimentação.

Além da captação de radicais livres, estudos em cultura de células demonstram que a vitamina C pode alterar a expressão de genes envolvidos na resposta inflamatória, apoptose e diferenciação celular (Cerqueira e colaboradores, 2007).

Existe controvérsia em relação aos resultados associados com a vitamina C e E, dois nutrientes antioxidantes populares.

Evidências recentes sugerem que a administração exógena destes antioxidantes pode ser prejudicial ao desempenho. Os estudos disponíveis que empregaram modelos animais e humanos fornecem resultados conflitantes sobre a eficácia da suplementação de vitamina C e E, pelo menos em parte devido a diferenças metodológicas na avaliação de estresse oxidativo.

Com base nas evidências contraditórias sobre os efeitos da maior

ingestão de vitamina C e/ou E no desempenho de exercícios e da homeostase redox, uma suplementação permanente de doses de vitamina C e/ou E pode não ser recomendada para praticantes de atividade física (Michalis e colaboradores, 2012).

Embora estudos demonstrem a eficácia dos antioxidantes para atenuar o estresse oxidativo associado ao exercício, muito ainda precisa ser esclarecido. Como tal, a suplementação de altas doses de vitamina C, não é recomendada aos atletas submetidos a exercícios de resistência, no entanto uma adequada ingestão dietética de vitamina é necessária para a função muscular normal (Carr e colaboradores, 2013).

A vitamina C pode ter pouco ou nenhum efeito de suplementação; todavia, a redução de seus estoques corporais pode contribuir para o aumento do estresse oxidativo (Cruzat e colaboradores, 2007).

Por que há tanta divergência entre os estudos sobre o efeito da vitamina C em adaptações de exercícios? Acredita-se que o principal motivo é a própria singularidade de cada estudo, em termos de tipo de exercício (aeróbico ou anaeróbico), espécies (ratos ou humanos), idade (jovem ou velho), tecido (sangue ou músculo), oxidante biomarcador e pontos de extremidade de formação examinados. Outros fatores que poderiam explicar a diversidade de resultados incluem a nutrição, sujeitos, características do exercício e do erro experimental que decorrem da complexidade das técnicas utilizadas nas análises. Finalmente, a falta de consenso pode ser parcialmente explicado pela variabilidade biológica (Michalis e colaboradores, 2012).

Com base nas evidências conflitantes sobre os efeitos da maior ingestão de vitamina C no desempenho de exercícios e homeostase, uma entrada permanente de doses não fisiológicas de vitamina C não deve ser recomendada para indivíduos saudáveis. Isto não deve ser confundido com uma alta ingestão de frutas e legumes, que é considerada segura e benéfica (Michalis e colaboradores, 2012).

CONCLUSÃO

Diante disso, percebe-se a importância do consumo adequado e regular de vitamina C pela dieta, porém mais pesquisas são necessárias para esclarecer se a

suplementação desse micronutriente realmente acarreta na otimização da performance.

REFERÊNCIAS

- 1-Alves, C.; Lima, R. V. B. Uso de suplementos alimentares por adolescentes. *J Pediatr*. Vol. 85. Núm. 4. p.287-294. 2009.
- 2-Carr, A. C.; e colaboradores. Human skeletal muscle ascorbate is highly responsive to changes in vitamin C intake and plasma concentrations. *Am J Clin Nutr*. Vol. 97. p.800-807. 2013.
- 3-Cruzat, V. F.; Rogero, M. M.; Borges, M. C.; Tirapegui, J. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 13. Núm. 5. 2007.
- 4-Cerqueira, F. M.; e colaboradores. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. *Quim. Nova*. Vol. 30. Núm. 2. p.441-449. 2007.
- 5-Deruelle, F.; Baron, B. Vitamin C: is supplementation necessary for optimal health? *J Altern Complement Med*. Vol. 4. Núm. 10. p.1291-1298. 2008.
- 6-Furlan, V. R.; Pastor-Valero, M. Development of a food frequency questionnaire to study diet and non-communicable diseases in adult population. *Rev. Saúde Publica*. Vol. 38. Núm. 4. p.581-584. 2004.
- 7-Gomes, E. C.; e colaboradores. Oxidants, Antioxidants, and the Beneficial Roles of Exercise-Induced Production of Reactive Species. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. p.12. 2012.
- 8-Guimarães Neto, W. M. *Musculação: anabolismo total: treinamento, nutrição, esteroides anabólicos e outros ergogênicos*. 9ª edição. Phorte. p. 80. 2009.
- 9-Higashida, K.; Kim, S. H.; Higuchi, M.; Holloszy, J. O.; Han, D. H. Normal adaptations to exercise despite protection against oxidative stress. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*. Vol. 301. Núm. 5. p.E779-E784. 2011.
- 10-Lira, F. A. S.; e colaboradores. Influência da vitamina C na modulação autonômica cardíaca no repouso e durante o exercício isométrico em crianças obesas. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*. Vol. 12. Núm. 3. p. 259-267. 2012
- 11-Michalis, G. Nikolaidis, Chad M. Kerksick, Manfred Lamprecht, Steven R. McNulty. Does Vitamin C and E Supplementation Impair the Favorable Adaptations of Regular Exercise? *Oxid Med Cell Longev*. 2012.
- 12-Navas, F. J.; e colaboradores. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício: papel dos antioxidantes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 6. Núm. 5. 2000.
- 13-Palmer, F. M.; Nieman, D. C.; Henson, D. A.; McNulty, L.; Swick, N. S.; Utter, A. C.; e colaboradores. Influence of vitamin C supplementation on oxidative and salivary IgA changes following an ultramarathon. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 89. p.100-107. 2003.
- 14-Paulsen, G.; e colaboradores. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind randomized controlled trial. *The Journal of Physiology*. The Physiological Society. 2014.
- 15-Rique, A. B.; e colaboradores. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 8. Núm. 6. 2002.
- 16-Rietjens, e colaboradores. The pro-oxidant chemistry of the natural antioxidants vitamin C, vitamin E, carotenoids and flavonoids. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. Vol. 11. Núm. 3-4. p.321-333. 2002.
- 17-Roberts, L. A.; Beattie, K.; Close, G. L.; Morton, J. P. Vitamin C consumption does not impair training-induced improvements in exercise performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 6. Núm. 1. p.58-69. 2011.
- 18-Ryan, M. J.; Dudash, H. J.; Docherty, M.; e colaboradores. Vitamin E and C supplementation reduces oxidative stress, improves antioxidant enzymes and positive

muscle work in chronically loaded muscles of aged rats. *Experimental Gerontology*. Vol. 45. Núm. 11. p.882-895. 2010.

19-Theodorou, A. A.; Nikolaidis, M. G.; Paschalis, V.; Koutsias, S.; Panayiotou, G.; Fatouros, I. G.; Koutedakis, Y.; Jamurtas, A. Z. No effect of antioxidant supplementation on muscle performance and blood redox status adaptations to eccentric training. *Am J Clin Nutr*. Vol. 93. Núm. 6. p.1373-1383. 2011.

20-Thompson, D.; Williams, C.; McGregor, S.J.; Nicholas, C.W.; McArdle, F.; Jackson, M.J. Prolonged vitamin C supplementation and recovery from demanding exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Vol. 11. p.466-481. 2001.

21-Thompson, D.; Williams, C.; Garcia-Roves, P.; McGregor, S. J.; McArdle, F.; Jackson, M. J. Post-exercise vitamin C supplementation and recovery from demanding exercise. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 89. p.393-400. 2003.

22-Vitolo, M. R. *Nutrição: da gestação ao envelhecimento*. Rio de Janeiro. Ed. Rubio. 2008.

23-Sarmento, R. A.; e colaboradores. *Arq Brasileira Cardiologia*. Vol. 101. Núm. 3. p.240-248. 2013.

24-Yfanti, C.; Fischer, C. P.; Nielsen, S.; Akerström, T.; Nielsen, A. R.; Veskokoukis, A. S.; Kouretas, D.; Lykkesfeldt, J.; Pilegaard, H.; Pedersen, B. K. Role of vitamin C and E supplementation on IL-6 in response to training. *J Appl Physiol*. Vol. 112. Núm. 6. p.990-1000. 2012.

Endereço para correspondência:

Luciana de Quadros.

Rua Ernesto Marsiaj, 172, apto 503.

Bairro Petrópolis. Caxias do Sul-RS.

CEP: 95070-530.

Telefone: (54) 91843362

Recebido para publicação em 07/11/2014

Aceito em 24/06/2015