

# Avaliação do Efeito da Suplementação de Coenzima Q10 sobre o Efeito do Estresse Oxidativo em Praticantes de Atividade de Alta Intensidade: Revisão da Literatura

*Relationship Between the Effect of Coenzyme Q10 Supplementation on the Effect of Oxidative Stress in People of High Intensity: Literature Review*

Nathalia Silveira Diniz<sup>1</sup>, Kally Janaina Berleze<sup>2</sup> e Milena Artifon<sup>3</sup>

1. Acadêmica de Nutrição pelo Centro Universitário Cenecista de Bento Gonçalves (CNEC BG).
2. Nutricionista. Mestre em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (URGS). Doutoranda em Hepatologia da UFCSPA. Coordenadora e Professora do Curso de Nutrição da CNEC BG e professora dos cursos de Pós-graduação Lato Sensu em Nutrição Clínica e Doenças Crônicas e Nutrição em Terapia Intensiva do Instituto de Educação e Pesquisa do Hospital Moinhos de Vento. Nutricionista clínica do Hospital Tacchini de Bento Gonçalves. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4494-9096>
3. Nutricionista. Especialista em Fitoterapia e Nutrição Clínica Funcional pelo Centro Universitário de Bento Gonçalves-UNICNEC. Mestre em Ciências do Movimento Humano-UFRGS. Capacitação em Condução de Estudos Clínicos pelo Hospital de Clínicas de Porto Alegre-HCPA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5203-4403>  
*nathaliasilveiradiniz@hotmail.com ; 2020.kallyberleze@cneec.br e 2020.milenaartifon@cneec.br*

## Palavras-chave

Coenzima Q10  
Esforço  
Esporte  
Exercício físico  
Performance  
Suplementação

## Keywords

Coenzyme Q10  
Effort  
Performance  
Physical exercise  
Sport  
Supplementation

## Resumo:

Objetivo: Realizar uma revisão estruturada de literatura para avaliar o efeito da suplementação de Coenzima Q10 sobre o estresse oxidativo em praticantes de atividades de alta performance. Método: O estudo foi realizado por meio de uma revisão estruturada da literatura. O levantamento bibliográfico foi baseado em artigos, com delineamento experimental e observacional, publicados nos últimos dez anos, nos idiomas português, inglês e espanhol, com busca nas bases de dados PubMed, Scielo e BVS Saúde, através dos descritores “Coenzyme Q10 and sport” e “Coenzyme q10 supplementation and exercise”. Os estudos foram realizados em população adulta de ambos os sexos. Foram excluídos os estudos realizados em população fora dessa faixa etária ou com outros tipos de delineamentos. Resultados: Independentemente da controvérsia do efeito protetor da Coenzima Q10 sobre peroxidação lipídica, fadiga muscular associada a produção de EROs, os estudos corroboram para sua eficiência antioxidante, terapêutica para diversas patologias e também mitocondriais. Conclusão: A maioria dos estudos revisados identificaram que a Coenzima Q10 quando suplementada em praticantes de atividades de alta performance reduzem os casos de lesões e retratam menor fadiga, e melhor perfil lipídico.

## Abstract:

Objective: To carry out a structured literature review to evaluate the effect of Coenzyme Q10 supplementation on oxidative stress in practitioners of high-performance activities. Method: The study was carried out through a structured review of the literature. The bibliographic survey was based on articles, with an experimental and observational design, published in the last ten years, in Portuguese, English and Spanish, with a search in the PubMed, Scielo and BVS Saúde databases, using the descriptors “Coenzyme Q10 and sport” and “Coenzyme q10 supplementation and exercise”. The studies were carried out in an adult population of both sexes. Studies carried out in populations outside this age group or with other types of designs were excluded. Results: Regardless of the controversy of the protective effect of Coenzyme Q10 on lipid

Artigo recebido em: 26.07.2023.

Aprovado para publicação em: 02.08.2023.

---

peroxidation, muscle fatigue associated with the production of ROS, studies corroborate its antioxidant efficiency, therapy for various pathologies and also mitochondrial. Conclusion: Most of the reviewed studies identified that Coenzyme Q10 when supplemented in practitioners of high-performance activities reduces cases of injuries and portrays less fatigue, and better lipid profile.

---

## INTRODUÇÃO

A Coenzima Q10 (CoQ10) provitamina lipossolúvel sintetizada endogenamente também conhecida como ubiquinona, na sua forma oxidada, é absorvida no corpo humano a partir da tirosina segundo (NELSON; COX, 2017; GARRIDO-MARAVÉ *et al.*, 2014). Sua síntese se dá a partir do metabolismo dos lipídios, cujo precursor é a Acetil Coenzima A (acetil CoA). A CoQ10 é fundamental para geração de adenosina trifosfato (ATP) de forma anaeróbica, mas também atua de forma intermediária na mitocôndria por meio do sistema de transporte de elétrons, na fase II, formando nicodinamida adenina dinucleotídeo (NAD) e flavinina ade dinucleotídeo (FAD). A CoQ10 atua como intermediadora na síntese de ATP, por meio da transferência de elétrons do complexo I (NADH oxirredutase) para o II, cujos elétrons passam para Coenzima Q. No complexo II (succinato desidrogenase), a CoQ10 se encontra na sua forma reduzida, conhecida como ubiquinol, e ao transferir para o complexo III retorna ao seu estado original na forma oxidada, ubiquinona.

Durante a síntese de CoQ10 há o compartilhamento da mesma via de síntese de colesterol de forma endógena. O precursor Acetil CoA é convertido em hidróxi-metil-glutaril-Coenzima A (HMGCoA) que sofre ação de enzimas redutoras e intermediários, fazendo parte, também, da síntese endógena tanto para CoQ10 quanto para colesterol, então a partir de enzimas marcapasso a via pode ser destinada para rota do colesterol ou assim a partir da síntese de polinilpenilPP, ubiquinona ou ubiquinol (forma reduzida). Ao final dessa rota será sintetizado CoQ10 e o dolicol (GOLDSTEIN; BROWN, 2010 apud BETINGER; BRISMAR; DALLNER, 2007).

Em relação a fonte exógena de CoQ10, podemos citar os principais alimentos como: brócolis, óleo de girassol, sardinha, aves e carne suína que fornecem entre três e cinco miligramas não sendo suficientes para as necessidades fisiológicas (KUMAR *et al.*, 2009).

Exercícios longos podem depletar a CoQ10, sendo que a sua suplementação mitiga o aumento de lesões (SILVA *et al.*, 2021). Collins e Kemper (1999) mencionam que a CoQ10 vem para ser um aliado do esporte, uma vez que tem alto poder antioxidante.

Diante disso, os recursos ergogênicos e a suplementação de produtos e vitaminas que visam melhorar o rendimento têm tido maior adesão entre os praticantes de alta performance (vôlei, futsal, corrida, ciclismo) visto que esses exercícios demandam força, explosão de movimentos e também recuperação adequada. Os autores Guerra, Biesek e Alves (2015) e Tirapegui (2012) definem esses meios como fontes para melhorar o desempenho nestas modalidades, assim proporcionando melhor rendimento físico devido a maior potência, vantagens mecânicas, dentre eles, destaca-se a CoQ10, que apresenta crescente consumo, principalmente nessa população.

Nesse sentido, os níveis plasmáticos de CoQ10 podem sofrer alterações nestas modalidades esportivas e também devido à presença de determinadas patologias ou condições fisiológicas como o estresse oxidativo (BETINGER; BRISMAR; DALLNER, 2007).

A síntese de radicais livres (RL) é um processo natural e fisiológico. Barbosa, Costa e Alfenas (2010) citam que a síntese de RL ocorre, principalmente, nas mitocôndrias, mas também nas membranas celulares e

no citosol, então nesse contexto esportivo, a CoQ10 atua como antioxidante auxiliando no melhor desempenho e preservação desse ambiente.

A CoQ10 participa de reações redox dentro da cadeia de transporte de elétrons e, também, desenvolve mais funções do que seu papel na mitocôndria. Estes incluem efeito antioxidante lipofílico, protegendo o DNA da célula; protegendo a camada fosfolipídica e proteica da membrana mitocondrial contra a peroxidação lipídica; além de ajudar a regenerar as vitaminas C e E, reduzindo os marcadores inflamatórios. A CoQ10 atua como um antioxidante nas mitocôndrias e nas membranas lipídicas, neutralizando as espécies reativas de oxigênio (ROS), diretamente ou em conjunto com o  $\alpha$ -tocoferol. Essa atividade antioxidante aparece apenas na forma reduzida (ubiquinol). A forma oxidada (ubiquinona) é prontamente reduzida a ubiquinol enzimaticamente após a ingestão dietética.

Está bem descrito na literatura que o exercício físico é uma fonte de ROS que ocorre de forma natural, durante a respiração celular, mas quando são praticados em excesso ou atletas de alta performance, podem causar efeitos deletérios para o organismo como aumento da fadiga, lesões musculares, alterações no estado de treinamento destes atletas (PINTO, 2014). Desse modo a CoQ10 na sua forma reduzida atua como antioxidante, auxiliando na neutralização dos danos oxidativos causados pelos RL (CHATURVEDI; BEAL, 2008).

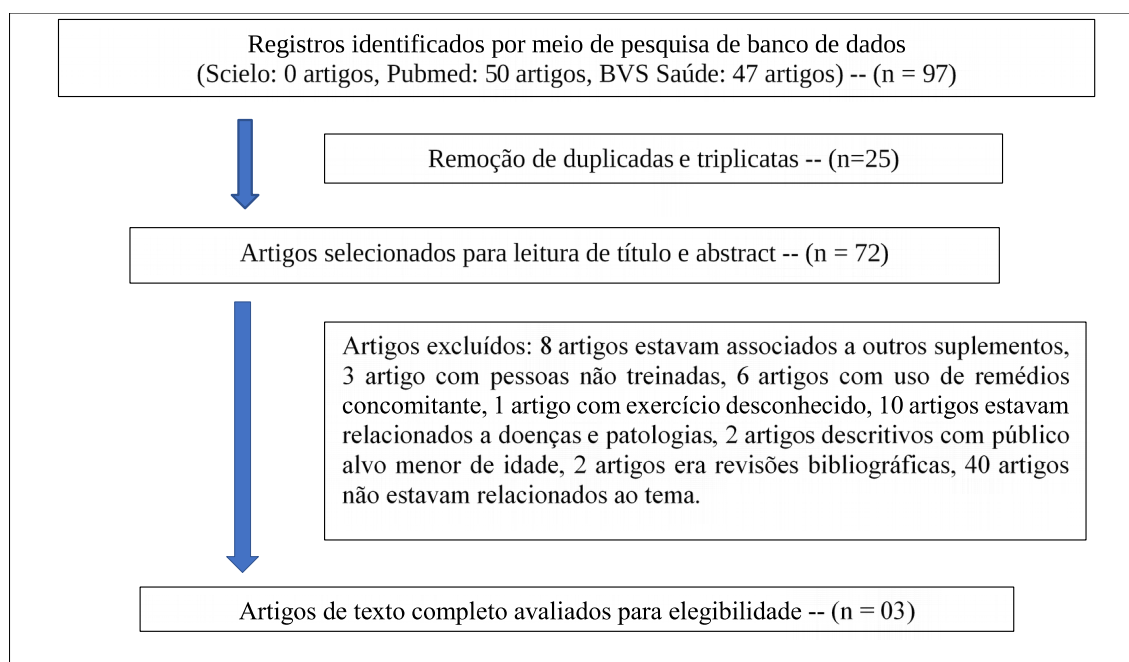
Infelizmente, não há consistência nos estudos devido à diversidade de funções da CoQ10 no organismo que podem ser aplicadas na melhora da performance física. Existe uma grande dispersão de modelos de estudo que permitem a coexistência de diferentes doses, padrões de administração, veículo ou dieta para aumentar a biodisponibilidade, os sujeitos considerados apresentam diversas capacidades físicas ou experiência esportiva, são de diversas idades e realizar diferentes tipos de exercícios estressantes, se for feito etc.

Dada a diversidade metodológica, é difícil considerar a uniformidade dos estudos, o que poderia aumentar a evidência científica. Revisar na literatura os benefícios da suplementação da Coenzima Q10 em praticantes de atividade de alta intensidade e seus marcadores lipídicos e seus desfechos.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão da literatura, realizada nas bases de dados: PubMed, Sielo, e BVS Saúde. Os artigos incluídos no presente trabalho são dos tipos: Experimentais - Ensaio Clínico Randomizado (ECRs), Estudos Observacionais, e Transversais, publicados nos últimos dez anos (2013 a 2023), nos idiomas português, inglês e espanhol. Os descritores DeCS/MeSH utilizados foram: *Ubiquinone* (Ubiquinona) e *Athletic Performance* (Performance Atletica), *Sport* (esporte), *Physical Activity* (atividade física) utilizando-se o boleador AND.

Os estudos foram realizados em população adulta (de 19 a 44 anos completos), de ambos os sexos, que avaliaram a relação entre o uso de Coenzima Q10 e a melhora dos parâmetros glicolíticos e performance esportiva. Foram excluídos os estudos realizados em população fora dessa faixa etária, bem como estudos realizados com animais. A escolha dos artigos foi realizada pela leitura dos títulos e a posteriori, leitura dos resumos.

**Figura 1** - Descrição do processo de seleção dos artigos nas bases de dados

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais ferramentas para avaliar os desfechos relacionados à suplementação de Coenzima Q10, os autores utilizaram de coletas de sangue, coletas de urina, orientações sobre a não suplementação anterior com outros suplementos e antioxidantes.

O estudo de Broome *et al.* (2021), identificou que a adesão à suplementação foi mais de 90% e não houve diferenças na adesão à suplementação durante o MitoQ e períodos de suplementação de placebo (placebo;  $94 \pm 10\%$ , MitoQ;  $95 \pm 6\%$   $p = 0,80$ ). A frequência cardíaca durante o teste de  $VO_2$  máximo não foi diferente entre as condições de suplementação. Uma duração média diária de treinamento semelhante (placebo;  $41,56 \pm 20,12$  min, MitoQ;  $46,33 \pm 21,15$  min,  $p = 0,17$ ) e potência média durante cada sessão de treinamento (placebo;  $169 \pm 56$  W, MitoQ). Dessa forma foi encontrado tempo para completar o contrarelogio de 8km foi 1,3% mais rápido após a suplementação com MitoQ ( $12,91 \pm 0,94$  min) em comparação com o placebo ( $13,09 \pm 0,95$  min,  $p = 0,04$ , 95% CI -0,05, 2,65-,  $d = 0,2$ ). Indicando melhor desempenho após a suplementação de MitoQ. Ainda foi analisado a ingestão nutricional, além disso, não houve diferença na ingestão durante os 3 dias anteriores aos ensaios suplementados com MitoQ e placebo (ingestão total de energia, placebo;  $6449 \pm 2108$  kcal, MitoQ;  $7176 \pm 2825$  kcal,  $p = 0,17$ , ingestão de CHO, placebo;  $550 \pm 270$  g, MitoQ;  $679 \pm 492$  g,  $p = 0,24$ , ingestão de LIP, placebo;  $313 \pm 123$  g, MitoQ;  $316 \pm 158$  g,  $p = 0,90$ , ingestão de PTN, placebo;  $344 \pm 114$  g, MitoQ;  $353 \pm 112$  g,  $p = 0,63$ ). Além disso, a FC durante o ciclismo a 70% do pico de  $VO_2$  não foi diferente entre as condições de suplementação (placebo;  $151 \pm 16$  bpm, MitoQ;  $153 \pm 13$  bpm,  $p = 0,34$ ).

O estudo delineado por Orlando *et al.* (2018), duplo cego controlado, cujos indivíduos selecionados eram homens saudáveis e treinados com idade de  $26 \pm 5$  anos. A orientação para participação foram: não fazer uso de qualquer medicação prescrita ou tomar qualquer suplemento dietético um mês anterior ao início

do estudo. Os indivíduos foram randomizados no início do estudo para 200mg de ubiquinol/dia ou placebo por um mês, uma vez ao dia juntamente as refeições principais. Desse modo foi encontrado que em uma única sessão de exercício intenso produziu um aumento significativo na maioria dos índices, em particular de CK e Mb enquanto, pelo contrário, o conteúdo plasmático normalizado de CoQ10 diminuiu significativamente em todos os indivíduos.

A suplementação de Ubiquinol preveniu CoQ10 induzida pelo exercício. Além disso a nível celular no sangue periférico a suplementação de ubiquinol foi associada a uma diminuição significativa de ROS citosólicas. Nesse contexto, também foi encontrado, que após 5 e até 15 minutos de corrida, os indivíduos tratados com ubiquinol pareciam manter um ritmo mais elevado de corrida. Portanto, outros indicadores de desempenho físico, calculados em termos de resistência os índices não foram influenciados pelo tratamento com ubiquinol.

Nesse cenário, os analitos hematoquímicos cuja concentração variou para maioria após o esforço de corrida foram Mb e Ck, representando marcadores de dano muscular. Em particular, a CK mostrou um aumento comparável ao de outros índices, assim o ubiquinol não foi capaz de influenciar significativamente o aumento de ambos os índices hematoquímicos de dano muscular.

Na fase de suplementação pós-ubiquinol, uma diminuição estatisticamente significativa foi confirmada no conteúdo de lipoproteína CoQ10 após 40 minutos de exercício físico a 85% da FC máxima. A suplementação de ubiquinol foi capaz de aumentar notavelmente o conteúdo de LDL (+222%;  $p < 0,01$ ). Este aumento de forma eficiente neutralizou a provação de CoQ10 induzida pelo exercício.

Na verdade, em indivíduos tratados com ubiquinol, uma leve perda de 1,9%, não significando tal diminuição após essa sessão de exercício. Por outro âmbito, a suplementação de ubiquinol produziu uma melhoria significativa em estado oxidativo da CoQ10 plásmatica em voluntários, apresentando uma porcentagem de CoQ10 oxidada em média de 6,5%, ambos antes e após a corrida de 40 minutos, enquanto os indivíduos suplementados com placebo tinham 11% de CoQ10 oxidada independente do seu exercício físico.

O presente estudo mostrou diminuição dos níveis plasmáticos de ubiquinol, em particular em termos de depleção da lipoproteína CoQ, após uma única sessão de exercício intenso. Além disso, verificou-se que o ubiquinol atua em cooperação com sistemas endógenos melhorando marcadores plasmáticos e defesas antioxidantes. Porém, a suplementação de ubiquinol, não foi capaz de melhorar índices de desempenho físico ou prevenir o aumento de danos musculares. Nesse cenário, a suplementação de ubiquinol proporcionou um efeito tampão sobre o conteúdo de CoQ10 destacando sua importância de suplementar via oral em atletas treinados para equilibrar a depleção relacionada ao exercício.

O estudo randomizado duplo cego controlado por placebo, delineado por Sarmiento *et al.*, (2016) estudou 100 bombeiros saudáveis e treinados do Corpo de Bombeiros de Granada, não nível de elite. Os participantes completaram um questionário sobre histórico médico e de saúde e de atividade física, os bombeiros foram aleatoriamente divididos em dois grupos, grupo experimental (ubiquinol) e grupo controle. O grupo ubiquinol teve em média integrantes de 38,9 anos  $\pm$  8.7, o qual o esforço realizado foi anaeróbico-aeróbico. A intensidade do exercício lesão muscular foi previamente verificada por medição de Mb e Ck, já no primeiro teste de esforço induziu aumento de CK (145.2  $\pm$  125.9% e mioglobina (402.7  $\pm$  193.7%) portanto no segundo teste de esforço também aumentou a CK (193.0  $\pm$  159.4%) e MB mioglobina (431.7  $\pm$  245.4%). Aumentos também foram observados em outros exercícios extenuantes. A atividade física aumentou os níveis de lactato em ambos os dias do teste de atividade física (T3 e T5), porém sem diferenças entre os dois grupos (ubiquinol e placebo).

Os testes físicos aumentaram 8-OHdG urinário em T4 em relação a T3 e T5 no grupo controle. Uma diferença significativa entre os grupos foi observada na amostra T4 após as 24h de repouso e antes do segundo teste físico com maior conteúdo em 8-OHdG no grupo controle. Níveis mais baixos de plasma 8-OHdG foram observados em ambos os grupos na amostra T3 após o primeiro teste físico. No grupo suplementado, um valor menor é observado nas amostras T4 e T5, embora seja significativo apenas na amostra T5. Com relação aos hidroperóxidos plasmáticos, tanto em grupos a mesma tendência foi observada, os testes físicos aumentaram os níveis de hidroperóxidos em ambos os grupos com diferenças significativas nas amostras T3, T4 e T5 em relação ao período de descanso.

Com relação às vitaminas lipossolúveis, como esperado, CoQ10 foi maior no grupo suplementado em ambos plasma e membrana eritrocitária. No grupo controle, uma capacidade antioxidante máxima foi observada na amostra T3 logo após a realização do primeiro exame físico teste com diferenças significativas em relação a T1. Uma diminuição também foi observada nas seguintes amostras, T4 e T5 com diferenças significativas em comparação com a amostra T3. No grupo suplementado, uma maior capacidade antioxidante foi observado nas amostras T2, T3 e T4 em comparação com T1 sem a diminuição comentada anteriormente no grupo controle.

Sabe-se que a idade é um fator preditor para a subtração dos níveis de CoQ10, aliado a atividade física extenuante auxilia para o aumento da depleção desta substância, contribuindo para desenvolvimento de estresse oxidativo. Vários estudos descrevem que a depleção de Coenzima Q10 gera maior cansaço, fadiga muscular, alterações no desempenho de treinamento (PINTO, 2014).

Publicações recentes sugerem que a suplementação de CoQ10 pode otimizar o desempenho do exercício. No entanto, no campo de atletas de alta performance ou de praticantes de exercício físico, existe uma grande diversidade de trabalhos com diferentes orientações, que por vezes se torna difícil situar este trabalho no contexto do rendimento desportivo. O músculo esquelético possui uma capacidade de se adaptar a várias demandas e por conta do estresse oxidativo as funções do músculo esquelético são assim moduladas (BRÜNE *et al.*, 2013). As EROs exercem efeitos biológicos significativos como moléculas puramente prejudiciais, causando danos a proteínas, lipídios especialmente durante o exercício. Assim, a suplementação com certos antioxidantes é importante para indivíduos fisicamente ativos, a fim de acelerar a recuperação da fadiga e prevenir danos causados pelo exercício (BANERJEE *et al.*)

A CoQ10 é introduzida na dieta em pequenas doses (3-5mg/dia), principalmente, pelo consumo de carne e de peixe (GUESCINI *et al.*, 2017). Por ser uma substância lipossolúvel, há baixa absorção no trato gastrointestinal. Suas vias de absorção e captação começam pela emulsificação formando as micelas. Desta forma, a absorção da CoQ10 depende da ingestão de alimentos ricos em lipídios e das secreções hepáticas e pancreáticas. Da mesma forma, a eficiência da absorção também depende da dose administrada, a dieta e a biodisponibilidade, o que ainda é bastante heterogêneo pois os estudos variam as doses administradas variam para pessoas saudáveis de 30 a 100mg e de 60 a 1.00 mg para algumas patologias (ARENAS-JAL; SUÑÉ-NEGRE; GARCÍA-MONTOYA, 2020). Nesse viés, as diferentes composições corporais, e as diferentes ingestões de CoQ10 por kg de peso por atletas com diferentes composições corporais leva intercorrências. Por outro lado, a alteração dos níveis musculares e plasmáticos em relação a administração de CoQ10 é inconsistente.

As evidências encontradas fornecem a informação de que o uso de CoQ10 leva a aumento na peroxidação lipídica induzida pelo exercício e melhora no teste de tempo, principalmente, no ciclismo, ainda melhora no metabolismo anaeróbico daqueles que praticaram. Ainda, em um dos estudos encontrados pode-se encon-

trar associação entre o ubiquinol, forma reduzida da CoqQ 10 e aumento do óxido nítrico (NO), composto que aumenta durante a atividade física, promovendo vasodilatação durante as atividades, benéfico para o fornecimento de nutrientes, melhora de substratos como glicose e nutrientes.

Nessa perspectiva, os estudos aqui mencionados e através de suas análises e comparações analisou-se melhorias no desempenho físico, aumento da capacidade aeróbica, redução da fadiga muscular e resultados positivos na recuperação pós-exercício. Além disso, os resultados encontrados foram positivos quanto a redução do estresse oxidativo e melhora da função mitocondrial, o que pode contribuir para proteção muscular e melhora atlética.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ter sido identificado na maioria dos estudos revisados que a aplicação de CoQ10 seria um fator protetor contra a fadiga e melhora dos perfis lipídicos, ressalta-se a importância da realização de estudos com melhores técnicas de análise, métodos diagnósticos e que compreendam um melhor delineamento de faixa etária, nível de atividade física, tempo de treinamento, ter um maior panorama de fatores associados, sendo fundamentais para auxiliar a compreensão da suplementação e sua associação a esses fatores. Desse modo, essa coenzima é uma fonte antioxidante e importante carreadora de elétrons na cadeia respiratória naturalmente produzida pelo nosso organismo e presente nos alimentos, mas sua produção endógena é reduzida com o avançar da idade e prejudicada pelas EROs.

Embora, os resultados disponíveis sejam promissores, estudos com amostras maiores, protocolos padronizados e avaliações abrangentes são fundamentais para fornecer evidências mais robustas. Apesar de tais limitações, a suplementação de Coq10 pode ser considerada uma estratégia de grande potencial para atletas e praticantes de atividade física intensa.

## REFERÊNCIAS

- ARENAS-JAL, M.; SUÑÉ-NEGRE, J. M.; GARCÍA-MONTOYA, E. Coenzyme Q10 supplementation: Efficacy, safety, and formulation challenges. **Compr Rev Food Sci Food Saf.** v. 19, n. 2, p. 574-594, 2020. Disponível em: 10.1111/1541-4337.12539. Acesso em: 15 mai. 2023.
- BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C. G. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Rev. Nutr. Campinas.** v. 23, n. 4, p. 629-43, 2010.
- BANERJEE, A. K.; MANDAL, A.; CHANDA, D.; CHAKRABORTI, S. Oxidant, antioxidant and physical exercise. **Mol Cell Biochem,** v. 256, p. 307-312, 2003.
- BENTINGER M, BRISMAR K, DALLNER G. The antioxidant role of coenzyme Q. **Mitochondrion,** v. 7, suppl. 7, p. 41-50, 2007. Disponível em: 10.1016/j.mito.2007.02.006. Acesso em: 15 mai. 2023.
- BROOME, S. C.; BRAAKHUIS, A. J.; MITCHELL, C. J.; MERRY, T. L. Mitochondria-targeted antioxidant supplementation improves 8 km time trial performance in middle-aged trained male cyclists. **Journal of the International Society of Sports Nutrition,** v. 18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00454-0>. Acesso em: 10 mai. 2023.
- BRÜNE, B.; DEHNE, N.; GROSSMANN, N.; JUNG, M.; NAMGALADZE, D.; SCHMID, T.; VON KNETHEN, A.; WEIGERT, A. Redox control of inflammation in macrophages. **Antioxid. Redox Signal,** v. 19, p. 595-637, 2013.
- CHATURVEDI, R. K.; BEAL, M. F. Mitochondrial approaches for neuroprotection. **Ann N Y Acad Sci,** v. 1147, p. 395-412, 2008.

- COLLINS, C.; KEMPER, K. J. **Coenzyme Q10 (CoQ10 ou ubiquinone)**. The longwood herbal task force and the center or holistic pediatric education and research. 1999. Disponível em: <http://www.mcp.edu/herbal/deult.htm>. Acesso em: 05 mai. 2023.
- GARRIDO-MARAVÉ, J. *et al.* Coenzyme q10 therapy. **Mol Syndromol**, v. 5, n. 3, p. 187-197, 2014. Disponível em: 10.1159/000360101. Acesso em: 15 mai. 2023.
- GUERRA, I.; BIESEK, S.; ALVES L. **Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2015.
- GUESCINI, Michele *et al.* The Combination of Physical Exercise with Muscle-Directed Antioxidants to Counteract Sarcopenia: A Biomedical Rationale for Pleiotropic Treatment with Creatine and Coenzyme Q10. **Oxidative Medicine And Cellular Longevity**, [s.l.], v. 2017, p.1-19, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1155/2017/7083049>. Acesso em: 15 mai. 2023.
- GREENBERG, S.; FRISHMAN, W. H. Co-enzyme Q10: a new drug for cardiovascular disease. **J Clin Pharmacol**, v. 30, p. 596-612, 1990.
- KUMAR, A. *et al.* Role of coenzyme Q10 (CoQ10) in cardiac disease, hypertension and Meniere-like syndrome. **Pharmacology & Therapeutics**. Oxford, v. 124, n. 3, p. 259-268, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19638284/>. Acesso em: 5 mai. 2023.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- ORLANDO, P. *et al.* Efeito da suplementação de ubiquinol sobre os índices de estresse bioquímico e oxidativo após exercício intenso em jovens atletas. **Redox Report**, v. 23, n. 1, p. 136-145, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13510002.2018.1472924>. Acesso em: 15 mai. 2023.
- PINTO, A. P. **Avaliação do estado de hidratação e reidratação em atletas de futebol de ambos os sexos, de acordo com a ingestão de líquidos ad libitum, água simples e água com sal**. Dissertação de mestrado. Portugal: Faculdade de Coimbra, 2014.
- SARMIENTO, A. *et al.* Short-term ubiquinol supplementation reduces oxidative stress associated with strenuous exercise in healthy adults: A randomized trial. **Biofactors**, v. 12, n. 6, p. 612-622, 2016. Disponível em: 10.1002/biof.1297. Acesso em: 20 mai. 2023.
- SILVA, J. S. *et al.* Importância da suplementação com coenzima Q10 no combate aos radicais livres obtidos na atividade física de alta intensidade: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, e453101523056, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23056>. Acesso em: 03 mai. 2023.
- TIRAPÉGUI, J. **Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2012.

