

SUPLEMENTAÇÃO DE QUERCETINA ASSOCIADA AO TREINAMENTO FÍSICO EM MODELO ANIMAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

QUERCETIN SUPPLEMENTATION ASSOCIATED WITH PHYSICAL TRAINING IN AN ANIMAL MODEL: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

SUPLEMENTACIÓN DE QUERCETINA ASOCIADA AL ENTRENAMIENTO FÍSICO EN MODELO ANIMAL: UNA REVISIÓN INTEGRATIVA DE LA LITERATURA

Caline Alves de Oliveira¹
André Luiz Petrolini²
Topázio Ferreira de Sá³
Ferdinando Oliveira Carvalho⁴

Resumo

A quercetina é classificada como um flavonol, representando uma das cinco subclasses e um dos principais flavonoides da dieta que está distribuído em plantas cultivadas. Há um crescente interesse do uso da quercetina para populações atléticas, idosas e em determinadas condições clínicas em decorrência dos seus efeitos protetores para a saúde de modo geral. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa, foi verificar na literatura científica, as principais alegações acerca da suplementação de quercetina em modelo animal associado ao treinamento físico. Trata-se de uma revisão de literatura do tipo integrativa, foram realizadas buscas em bases de dados científicas. Foram incluídos artigos originais e ensaios clínicos experimentais, e disponíveis na íntegra, nos idiomas ingleses ou português, publicados entre 2013 e 2023. Pode-se observar que os principais efeitos envolvidos nessa suplementação/ingestão são: atividade antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, cardioprotetora e neuroprotetora. No desempenho físico destacam-se a biogênese mitocondrial, resistência muscular, maior tempo de fadiga assim como efeitos metabólicos. Nesse sentido quercetina pode ser considerada uma estratégia nutricional e ergogênica frente ao treinamento físico. Ressalta-se a necessidade de mais estudos dentro desta temática, para elucidar lacunas ainda existentes, como as dosagens, e estudos comparativos dos mesmos efeitos com outros polifenóis.

Palavras-chave: compostos fenólicos; flavonoides; estresse oxidativo.

Abstract

Quercetin is classified as a flavonol, representing one of the five subclasses and one of the main dietary flavonoids distributed in cultivated plants. There is growing interest in the use of quercetin in athletic and elderly populations and in certain clinical conditions due to its protective effects on health in general. The aim of this study was to verify the main claims made in the scientific literature about quercetin supplementation in animal models associated with physical training. This is an integrative literature review, researching in scientific databases. The research included original articles and experimental clinical trials, available in full in English or Portuguese and published between 2013 and 2023. The main effects involved in this supplementation/ingestion are antioxidants, anti-inflammatory, antitumor, cardio protective, and neuroprotective activity. In terms of physical performance, mitochondrial biogenesis, muscular endurance, increased fatigue time and metabolic effects stand out. With this,

-
- ¹ Caline Alves de Oliveira – Mestre em Ciências da Saúde e Biológicas (Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF). Petrolina – PE – BRASIL. E-mail: calinealvesnutricionista@outlook.com.br. <https://orcid.org/0000-0003-3669-4107>
 - ² André Luiz Petrolini – Mestre em Educação Física (Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF). Petrolina – PE – BRASIL. E-mail: andre.petrolini@univasf.edu.br. <https://orcid.org/0000-0002-6513-3221>
 - ³ Topázio Ferreira de Sá – Mestranda em Ciências da Saúde e Biológicas ((Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF). Petrolina – PE – BRASIL. E-mail: topaziosa97@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-7493-8032>
 - ⁴ Ferdinando Oliveira Carvalho – Doutor em Educação Física (Universidade Católica de Brasília – UCB-DF). Professor Associado na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Orientador no Programa de pós-graduação (Mestrado) em Educação Física e no Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde e Biológicas (Mestrado) – Interdisciplinar – UNIVASF. Petrolina – PE – BRASIL. E-mail: ferdinando.carvalho@univasf.edu.br. <https://orcid.org/0000-0003-0306-5910>

this study considers quercetin a nutritional and ergogenic strategy for physical training. There is a need for more studies on this subject to elucidate gaps that still exist, such as dosages, and comparative studies of the same effects as other polyphenols.

Keywords: phenolic compounds; flavonoids; oxidative stress.

Resumen

La quercetina se clasifica como un flavonol, representando una de las cinco subclases y uno de los principales flavonoides dietéticos que se distribuyen en plantas cultivadas. Hay un creciente interés en el uso de la quercetina para poblaciones atléticas, ancianas y en determinadas condiciones clínicas debido a sus efectos protectores para la salud en general. De esa forma, el objetivo de esa investigación es verificar en la literatura científica las principales afirmaciones sobre la suplementación de quercetina en modelo animal asociado al entrenamiento físico. Se trata de una revisión de literatura del tipo integrativa en la que se realizaron búsquedas en bases de datos científicos. Se incluyeron artículos originales y ensayos clínicos experimentales, disponibles en su totalidad, en inglés o portugués, publicados entre 2013 y 2023. Se puede observar que los principales efectos involucrados en esa suplementación/ingestión son: actividad antioxidante, antiinflamatoria, antitumoral, cardioprotector y neuroprotectora. En el rendimiento físico destacan la biogénesis mitocondrial, resistencia muscular, mayor tiempo de fatiga, así como efectos metabólicos. En ese sentido, la quercetina puede ser considerada una estrategia nutricional y ergogénica frente al entrenamiento físico. Se destaca la necesidad de más estudios dentro de esa temática para aclarar huecos aún existentes, como las dosis, y estudios comparativos de los mismos efectos con otros polifenoles.

Palabras clave: compuestos fenólicos; flavonoides; estrés oxidativo.

1 Introdução

A quercetina (3, 5, 7, 3', 4'- pentahidroxi flavona) é classificada como um flavonol, representando uma das cinco subclasses e um dos principais flavonoides da dieta que está distribuído em plantas cultivadas. É um componente natural de vários alimentos provenientes de fonte vegetal (casca de uvas, cebolas, maçãs) fontes dietéticas presentes na alimentação humana (Li *et al.*, 2016). Verifica-se que este polifenol tem demonstrado potente atividade antioxidante, combatendo espécies reativas de oxigênio (ROS) e espécies reativas de nitrogênio (RNS), atividades anti-inflamatórias, atenuando a expressão de genes pró-inflamatórios. E, ainda, tem demonstrado um efeito pró-apoptótico, potencializando a sensibilidade à apoptose em células tumorais (Russo *et al.*, 2012).

Em estudos com modelo animal a suplementação/ingestão quercetina, vem demonstrando os seguintes resultados associados à exercício físico: resistência muscular, biogênese mitocondrial, tempo maior de fadiga e capacidade antioxidante (Myburgh, 2014) (Chen *et al.*, 2021), em parâmetros clínicos e bioquímicos, observou-se melhora de perfil lipídico, (Derakhshanian *et al.*, 2020), atividade anti-inflamatória (Prieto *et al.*, 2015), (Noh *et al.*, 2014), melhora de perfil glicêmico e resistência à insulina (Dong *et al.*, 2014), (Arias *et al.*, 2014), (Kim *et al.*, 2011), atividade cardiovascular (Chis *et al.*, 2015).

Há um crescente interesse do uso da quercetina para populações atléticas, idosas e em determinadas condições clínicas, em decorrência dos seus efeitos protetores para a saúde de

modo geral. Várias investigações se concentraram nas propriedades antioxidantes da quercetina. Tais propriedades formam a base para os potenciais benefícios para a saúde e prevenção de doenças, incluindo atividades anticancerígenas, anti-inflamatórias, antivirais, antioxidantes e psicoestimulantes, bem como a capacidade de inibir a peroxidação lipídica, agregação plaquetária e permeabilidade capilar (Li *et al.*, 2016). Além disso, há indícios de que a quercetina é capaz de estimular vias bioquímicas para a biogênese mitocondrial (Koshinaka *et al.*, 2020).

Em estudos experimentais, foi identificado que os efeitos antioxidantes da quercetina diminuíram a oxidação e lesão aos tecidos de órgãos, como o cérebro, coração em isquemia, danos de reperfusão, e exposição a agentes que induzem estresse oxidativo (Dogan *et al.*, 2015). Além dessas descobertas, observa-se a partir de alguns estudos, uma correlação entre a suplementação de quercetina e a melhora do desempenho físico, sendo considerada uma estratégia nutricional ergogênica, capaz de aumentar o desempenho do exercício aeróbio, aumentar o metabolismo oxidativo, como também redução da adiposidade corporal (Casuso *et al.*, 2014). Sendo assim, o objetivo principal desta pesquisa, foi verificar na literatura científica, as principais alegações acerca da suplementação de quercetina em modelo animal associado ao treinamento físico.

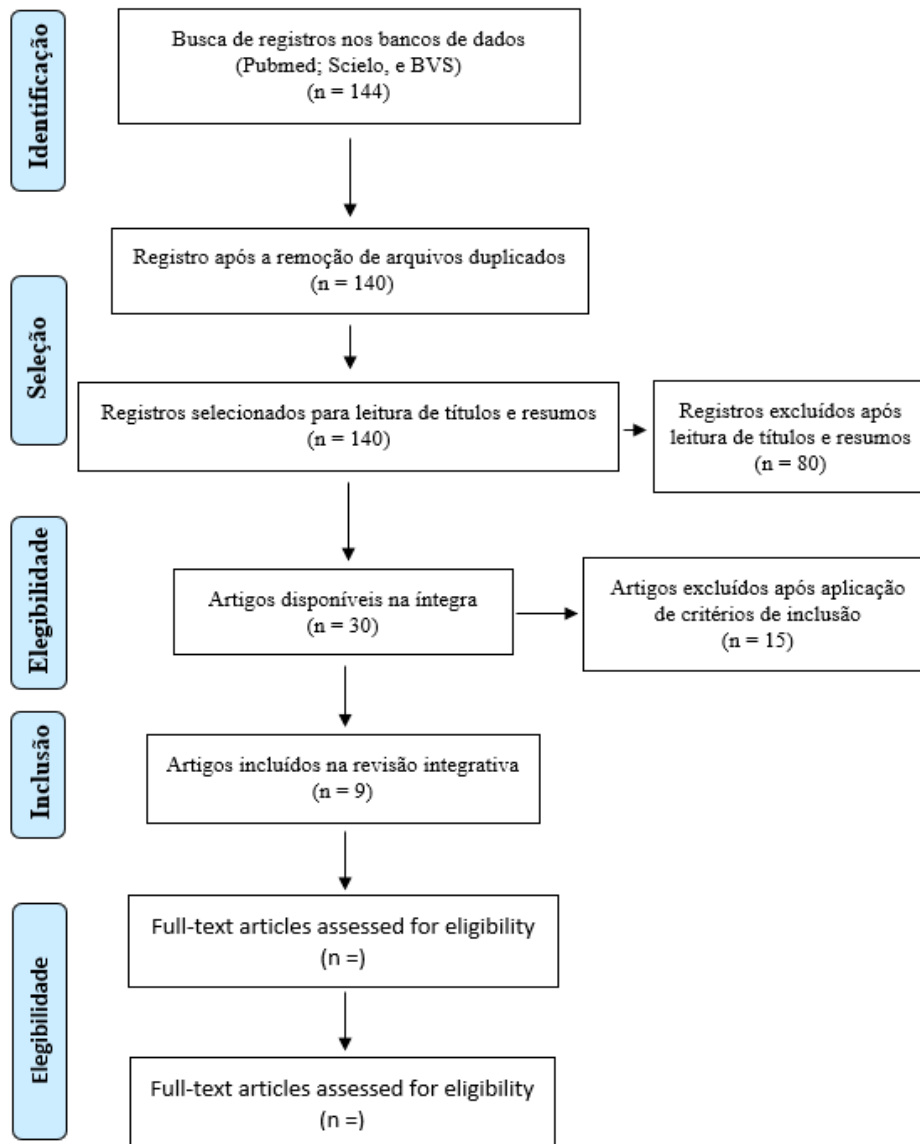
2 Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura do tipo integrativa, direcionada pela problemática: Quais as evidências existentes a respeito da suplementação de quercetina no treinamento físico em modelo animal. Seguidamente, foram realizadas buscas nas bases de dados SciELO (Scientific Electronic Library Online), BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e PubMed (Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos), utilizando-se os seguintes descritores: “*quercetina*”, “*physical exercise*”, “*animal model*”, “*rats*” e “*supplementation*”.

Os critérios de inclusão estabelecidos para a seleção de estudos foram: estudos do tipo: artigos originais e ensaios clínicos experimentais, que fizessem correspondência com o conteúdo principal e estivessem disponíveis na íntegra, nos idiomas: inglês ou português, publicados entre 2013 e 2023.

Após a leitura do título, resumo e texto na íntegra, foram excluídos os estudos que não apresentavam correlação com o objetivo e a problemática proposta, bem como estudos de revisão e editoriais. A revisão foi realizada no período de dezembro de 2022 a junho de 2023. O processo de leitura, inclusão e exclusão dos trabalhos se encontram no fluxograma abaixo (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma do processo de seleção e inclusão dos artigos para a revisão de literatura integrativa



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

3 Resultados

Foram encontrados 144 (cento e quarenta e quatro) estudos, através da busca pelos descritores estabelecidos nas bases de dados. Após as análises dos critérios de inclusão e exclusão, restaram 9 (nove) estudos, que foram utilizados para compor a revisão. A esquematização da busca e seleção de artigos está definida na (figura 1). Os estudos selecionados avaliaram essencialmente a utilização da suplementação de quercetina frente ao treinamento físico e as suas variáveis como a função cardiovascular, metabólica, bioquímica e mitocondrial, foram considerados estudos com boa viabilidade metodológica e segurança dos protocolos de suplementação. Os resumos dos estudos incluídos nesta revisão estão apresentados no (Quadro 1).

Suplementação de quercetina associada ao treinamento físico em modelo animal:
uma revisão integrativa da literatura

Quadro 1: Suplementação de quercetina associada a treinamento físico em modelo animal

Autor/ano	Objetivo	Tipo de estudo	Amostra	Principais achados e conclusões
Casuso <i>et al.</i> (2013) - Espanha	Examinar os efeitos de seis semanas de treinamento de resistência e suplementação de quercetina sobre marcadores de desempenho de resistência e treinamento em um modelo de roedor	Estudo experimental	33 ratos Wistar machos jovens (três semanas de idade)	O estudo não mostrou efeitos no VO ₂ pico, na velocidade no VO ₂ pico ou no tempo de resistência até a exaustão após seis semanas de suplementação de quercetina em comparação com placebo em ratos treinados. Foi demonstrado que a quercetina aumenta a produção de lactato sanguíneo após exercícios de alta intensidade
Chis <i>et al.</i> (2023) - Romênia	Investigar os efeitos sobre a disfunção endotelial do treinamento físico moderado associado à administração de quercetina em um modelo animal de diabetes mellitus tipo 1 induzido experimentalmente	Estudo experimental	40 Ratos albinos Wistar machos, de três meses de idade	O presente estudo mostrou que, em ratos com diabetes mellitus induzido por estreptozotocina, 5 semanas de treinamento moderado de natação associado à administração de quercetina reduziram significativamente os níveis de glicose no sangue e restauraram a função endotelial
Garelnabi; Mahini; Wilson (2014) - EUA	Verificar a ação da quercetina na fisiopatologia da aterosclerose em camundongos exercitados	Estudo experimental	40 camundongos C57BL6 LDLr -/-	Os ratos suplementados com quercetina durante as sessões de exercício tiveram 78% de redução da placa aterosclerótica em comparação com os ratos controle e 40% menos formação de placa aterosclerótica em comparação com o grupo controle suplementado com quercetina.
Sadighparvar <i>et al.</i> (2020) - EUA	Avaliar os efeitos da quercetina e do treinamento físico sobre comportamentos depressivos em ratos com câncer colorretal induzido por 1,2-dimetilhidrazina (DMH) e investigar os mecanismos subjacentes	Estudo experimental	30 ratos Wistar machos saudáveis	Doze semanas de administração de quercetina (33,33%) e 12 semanas de treinamento físico (50%) reduziram significativamente a incidência de tumores em ratos em comparação ao grupo DMH. Além disso, o volume e o peso dos tumores isolados do cólon dos ratos que receberam quercetina e realizaram treinamento físico, respectivamente, foram significativamente menores em comparação com o grupo DMH
Molaei <i>et al.</i> (2020) - EUA	Investigar os efeitos sinérgicos da quercetina (como tratamento químico) e do exercício (como tratamento físico) na aprendizagem induzida pela Doença de Alzheimer (DA) e no comprometimento da memória	Estudo experimental	56 ratos Wistar machos adultos	O pré-tratamento do exercício ou a injeção de quercetina melhoraram o comprometimento da memória espacial e o estresse oxidativo causado pela injeção de estreptozotocina (STZ). No entanto, a combinação de quercetina e pré-tratamento com exercícios foi mais eficaz.
Casuso <i>et al.</i> (2014) - Espanha	Avaliar o ganho de peso, a ingestão calórica e a eficiência alimentar em ratos exercitados e sedentários suplementados com quercetina	Estudo experimental	33 ratos Wistar machos jovens	O ganho de peso do grupo (Treinamento + quercetina) QT diminuiu quando comparado aos grupos (Treinamento + placebo) PT e (Sedentário + placebo) PS. Os grupos exercitados aumentaram a ingestão calórica cumulativa durante o período experimental. Os ratos do grupo QT também reduziram a eficiência alimentar quando comparados aos grupos QS e PS. Esses resultados sugerem que a quercetina não é capaz de diminuir o ganho de peso porque não foram encontradas diferenças entre a condição placebo e a quercetina, tanto na condição sedentária quanto na condição de treinamento

Chen <i>et al.</i> (2021) - China	Avaliar o efeito antifadiga da quercetina em camundongos	Estudo experimental	30 Camundongos	A suplementação dietética de quercetina prolongou o tempo de natação exaustivo. Além disso, os níveis de ácido lático e nitrogênio ureico no sangue, atividades de lactato desidrogenase e creatina quinase no soro diminuíram significativamente, além disso os dados do estudo confirmam que a suplementação dietética de quercetina pode promover a capacidade antifadiga, promovendo a capacidade antioxidante e o armazenamento de glicogênio, além de melhorar a função muscular.
Koshinaka <i>et al.</i> (2020) - Japão	Avaliar o efeito do tratamento crônico com quercetina na biogênese mitocondrial no músculo esquelético de ratos.	Estudo experimental	65 ratos Wistar machos	O tratamento com quercetina pode favorecer uma desvantagem para a adaptação muscular quando administrado com o treinamento físico.
Gaballah <i>et al.</i> (2017) - Egito	Avaliar a eficácia do tratamento combinado por quercetina e liraglutida na modulação da glicemia, marcadores de estresse apoptótico e oxidativo, em uma dieta com alto teor de gordura em ratos diabéticos tipo 2.	Estudo experimental	12 ratos	O tratamento combinado entre quercetina e liraglutida teve uma eficácia maior do que isolados; Houve redução significativa nos marcadores inflamatórios e apoptóticos; e hiperplasia das células das ilhotas beta-pancreáticas, juntamente com aumento do potencial antioxidante.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

4 Discussão

Com base nas buscas realizadas, referentes ao tema “Suplementação de quercetina”, pode-se observar que os principais efeitos envolvidos na suplementação/ingestão são: atividade antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, cardioprotetora e neuroprotetora.

Contudo, essa mesma busca, revelou efeitos específicos da suplementação de quercetina associada ao exercício físico em modelo animal, nesse caso, destacam-se além dos efeitos já citados, a melhoria de desempenho físico, biogênese mitocondrial, resistência muscular, maior tempo de fadiga, assim como efeitos metabólicos (Chis *et al.*, 2017). Além desses achados, os estudos apontam que há evidências experimentais da associação positiva entre a ingestão de quercetina e melhores resultados de risco cardiovascular inflamatório.

Do ponto de vista clínico e bioquímico, foi verificado em um estudo realizado por Derakhshanian *et al.* (2020), o efeito da quercetina no perfil lipídico de ratos tratados com glicocorticoide em altas doses. Foram selecionados 32 ratos Sprague-Dawley, distribuídos aleatoriamente em quatro grupos. Cada grupo experimental continha oito ratos que foram tratados por seis semanas. Grupo 1 – Controle; Grupo 2 – Glicocorticoide + placebo; Grupo 3 – Glicocorticoide + quercetina 50 mg/kg; Grupo 4 - Glicocorticoide + quercetina 150 mg/kg. Ao final do experimento, foram verificados os seguintes resultados: os níveis séricos médios de colesterol total (CT), triglicerídeos (TG) e LDL aumentaram substancialmente após a administração do glicocorticoide em comparação com o grupo controle. Ambas as doses de quercetina (50 e 150 mg/kg) melhoraram o CT (43% e 45%), LDL (56% e 56%) e TG (46% e 55%, respectivamente). Os resultados do estudo sugerem que a quercetina em diferentes doses, pode atenuar os efeitos de uma dislipidemia, melhorando o perfil lipídico, e outros parâmetros bioquímicos associados. Esse achado, corrobora com os resultados do estudo de Abdelmoaty *et al.* (2010).

Nessa perspectiva, outro estudo foi realizado investigando a suplementação de quercetina em parâmetros bioquímicos. Gaballah *et al.* (2017), verificou a eficácia do tratamento combinado de quercetina (QUE) e liraglutida (LIRA) na modulação da hiperglicemia, sensibilidade à insulina, e marcadores inflamatórios em ratos diabéticos, submetidos a dieta rica em gordura. Os animais foram divididos em 4 grupos: Grupo 1 – controle; Grupo 2 - Liraglutida (0,3 mg/ kg/ 12 horas); Grupo 3 - Quercetina (50 mg/ kg/ dia); Grupo 4 - Tratamento combinado de Liraglutida e Quercetina. Após 4 semanas de suplementação, foi observado que os resultados mais significativos, ocorreram no grupo de tratamento combinado liraglutida + quercetina, nos níveis séricos de glicemia de jejum

($6,8 \pm 0,01$), colesterol total ($115,8 \pm 2,1$), triglicerídeos ($99,6 \pm 1,8$), e enzimas hepáticas – AST ($42,3 \pm 0,8$), e ALT ($32,1 \pm 0,7$). Este estudo também evidenciou uma diminuição significativa nos marcadores pró-inflamatórios (IL-6, MIP-1a, NF-kB, TNF-a), nos grupos quercetina, e liraglutida + quercetina. Esses resultados evidenciam a ação sinérgica entre liraglutida e quercetina na melhora de parâmetros bioquímicos e marcadores inflamatórios do diabetes.

Outros efeitos relacionados à suplementação de quercetina estão associados à melhora da função cardíaca correlacionada à diminuição de radicais livres. Levando em consideração que o estresse oxidativo mitocondrial tem um papel importante na patologia do infarto do miocárdio (Czepase; Gwozdziński, 2014), o estudo verificou que o pré-tratamento de quercetina reduziu as atividades da creatina quinase sérica, lactato desidrogenase, lipídio mitocondrial do coração, produtos de peroxidação e melhorou drasticamente as quantidades de antioxidantes mitocondriais. Além disso, a quercetina também reestabeleceu as atividades do ácido tricarboxílico ciclo, e das enzimas da cadeia respiratória para níveis adequados em ratos induzidos ao infarto do miocárdio. Algumas linhas de evidências experimentais sugerem uma associação positiva entre a ingestão de quercetina e melhores resultados de risco cardiovascular inflamatório (Russo *et al.*, 2012).

Nada obstante, a ação da quercetina sobre o estresse oxidativo mitocondrial cardíaco, pode reduzir peroxidação lipídica mitocondrial, aumentar os níveis de antioxidantes mitocondriais e atividades mitocondriais de enzimas marcadoras. Como resultado, as mitocôndrias cardíacas de ratos são protegidas contra o dano provocado pelo estresse oxidativo estimulado por infarto do miocárdio (Czepas; Gwozdziński, 2014).

No exercício físico, os seus efeitos estão centrados no aumento da performance e na supressão da atividade oxidante por metabólitos produzidos. A revisão sistemática com metanálise realizada por Kressler, Millard-Stafford e Warren (2011), demonstrou que a quercetina pode prover melhoras discretas, mas significativas no desempenho do exercício por meio do aumento da capacidade de resistência ao exercício físico. Isso ocorre especialmente pela otimização da capacidade cardiorrespiratória, medida pelo VO_2 max.

Nesse sentido alguns estudos verificaram a quercetina frente ao desempenho físico. Chen *et al.* (2021), realizou um estudo com o objetivo de avaliar o efeito antifadiga da quercetina em camundongos na função muscular e capacidade antioxidante. Os animais foram divididos em dois grupos: grupo controle, e grupo experimental – suplementado com quercetina e submetidos à natação com e sem carga. Ao final do estudo, foram verificados os seguintes resultados: diminuição níveis de lactato, creatina quinase e nitrogênio ureico no grupo suplementado com quercetina. A suplementação dietética de quercetina também prolongou o

tempo de natação exaustivo com cargas. Pode-se afirmar a partir dos achados do estudo, que a quercetina pode promover a capacidade antifadiga, promovendo a atividade antioxidante e o armazenamento de glicogênio, além de melhorar a função muscular.

Assim sendo, os benefícios da suplementação/ingestão de quercetina podem ser associados a melhora de parâmetros clínicos, bioquímicos e de desempenho físico, advindos das suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias principalmente. Ainda assim, são necessários mais dados à cerca dessa temática, que possam elucidar as lacunas existentes.

5 Conclusão

Dessa forma, conclui-se que a suplementação de quercetina pode ser considerada uma estratégia nutricional e ergogênica, visto os seus efeitos clínicos, bioquímicos e esportivos, frente ao modelo animal, destacando uma melhor atividade mitocondrial, cardiovascular e anti-inflamatória. Ressalta-se ainda, a necessidade de mais estudos dentro desta temática, para elucidar lacunas ainda existentes, como por exemplo: doses máximas e mínimas de suplementação, composição corporal dos animais estudados, perfil dietético e estudos comparativos dos mesmos efeitos com outros polifenóis.

Referências

ABDELMOATY, M. A. *et al.* Confirmatory studies on the antioxidant and antidiabetic effect of quercetin in rats. **Indian journal of clinical biochemistry**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 188–192, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12291-010-0034-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12291-010-0034-x>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ARIAS, N. *et al.* Quercetin can reduce insulin resistance without decreasing adipose tissue and skeletal muscle fat accumulation. **Genes & Nutrition**, [s. l.], v. 9, p. 361-364, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12263-013-0361-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12263-013-0361-7>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CASUSO, R. *et al.* Ergogenic effects of quercetin supplementation in trained rats. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 2-7, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-3>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1186/1550-2783-10-3>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CASUSO, R. *et al.* Quercetin effects on weight gain and caloric intake in exercised rats. **Biology of sport**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 63–67, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5604/20831862.1086734>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24917691/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CHEN, X. *et al.* Anti-fatigue effect of quercetin on enhancing muscle function and antioxidant capacity. **Journal of Food Biochem**, [s. l.], v. 38, n. 2, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1111/jfbc.13968>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfbc.13968>. Acesso em: 20 jan. 2025

CHEN, X. *et al.* Quercetin regulates skeletal muscle fiber type switching via adiponectin signaling. **Journal Food e Function**, [s. l.], v. 12, p. 2693-2702, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1039/D1FO00031D>. Disponível em:

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/fo/d1fo00031d>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CHIS, I. C. *et al.* In Vivo Effects of Quercetin in Association with Moderate Exercise Training in Improving Streptozotocin-Induced Aortic Tissue Injuries. **Molecules (Basel, Switzerland)**, [s. l.], v. 20, n. 12, p. 21770–21786, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.3390/molecules201219802>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/20/12/19802>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CHIS, I. C. *et al.* Quercetin in association with moderate exercise training attenuates injuries induced by experimental diabetes in sciatic nerves. **Journal of physiology and pharmacology**, [s. l.], v. 68, n. 6, p. 877–886, 2017. DOI:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29550800/>. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29550800/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CHIS, I. C. *et al.* The Beneficial Effect of Swimming Training Associated with Quercetin Administration on the Endothelial Nitric Oxide-Dependent Relaxation in the Aorta of Rats with Experimentally Induced Type 1 Diabetes Mellitus. **Metabolites**, [s. l.], v. 13, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo13050586>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2218-1989/13/5/586>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CZEPAS, J.; GWOZDZINSKI, K. The flavonoid quercetin: possible solution for anthracycline-induced cardiotoxicity and multidrug resistance. **Biomedecine & pharmacotherapie**, [s. l.], v. 68, n. 8, p. 1149–1159, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2014.10.013>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0753332214001425?via%3Dihub>. Acesso em: 20 jan. 2025.

DERAKHSHANIAN, H. *et al.* Quercetina Melhora o Perfil Lipídico e Apolipoproteico em Ratos Tratados com Glicocorticóides em Altas Doses. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s. l.], v. 115, n. 1, p. 102-108, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20180397>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/gGj8KRf5mWnQttfYBKQb6dP/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

DOGAN, Z. *et al.* Effect of chemotherapy exposure prior to pregnancy on fetal brain tissue and the potential protective role of quercetin. **Cytotechnology**, [s. l.], v. 67, n. 6, p. 1031–1038, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10616-014-9742-z>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10616-014-9742-z>. Acesso em: 20 jan. 2025.

DONG, J. *et al.* Quercetin reduces obesity-associated ATM infiltration and inflammation in mice: a mechanism including. **The Journal of Lipid Research**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 363-374, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1194/jlr.M038786>. Disponível em:

[https://www.jlr.org/article/S0022-2275\(20\)37671-9/fulltext](https://www.jlr.org/article/S0022-2275(20)37671-9/fulltext). Acesso em: 20 jan. 2025.

GABALLAH, H. *et al.* Mechanistic insights into the effects of quercetin and/or GLP-1 analogue liraglutide on high-fat diet/streptozotocin-induced type 2 diabetes in rats.

Biomedicine & Pharmacotherapy, [s. l.], v. 92, p. 331-339, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.05.086>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0753332217312763?via%3Dihub>.

Acesso em: 20 jan. 2025.

GARELNABI, M.; MAHINI, H.; WILSON, T. Quercetin intake with exercise modulates lipoprotein metabolism and reduces atherosclerosis plaque formation. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 11, n. 22, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-22>. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1186/1550-2783-11-22>. Acesso em: 20 jan. 2025.

KIM, J. *et al.* Quercetin attenuates fasting and postprandial hyperglycemia in animal models of diabetes mellitus. **Nutrition research and practice**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 107-111, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.4162/nrp.2011.5.2.107>. Disponível em: [https://e-](https://e-nrp.org/DOIx.php?id=10.4162/nrp.2011.5.2.107)

[nrp.org/DOIx.php?id=10.4162/nrp.2011.5.2.107](https://e-nrp.org/DOIx.php?id=10.4162/nrp.2011.5.2.107). Acesso em: 20 jan. 2025.

KOSHINAKA, K. *et al.* Effect of quercetin treatment on mitochondrial biogenesis and exercise-induced AMP-activated protein kinase activation in rat skeletal muscle. **Nutrients**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 729, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12030729>. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2072-6643/12/3/729>. Acesso em: 20 jan. 2025.

KRESSLER, J.; MILLARD-STAFFORD, M.; WARREN, G. L. Quercetin and endurance exercise capacity: a systematic review and meta-analysis. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 43, n. 12, p. 2396–2404, 2011. DOI:

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822495a7>. Disponível em:

<https://journals.lww.com/acsm->

[msse/fulltext/2011/12000/quercetin_and_endurance_exercise_capacity__a.22.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2011/12000/quercetin_and_endurance_exercise_capacity__a.22.aspx). Acesso em: 20 jan. 2025.

LI, Y. *et al.* Quercetin, inflammation and immunity. **Nutrients**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 167, 2016.

DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8030167>. Disponível em: [https://www.mdpi.com/2072-](https://www.mdpi.com/2072-6643/8/3/167)

[6643/8/3/167](https://www.mdpi.com/2072-6643/8/3/167). Acesso em: 20 jan. 2025

MOLAEI, A. *et al.* Synergistic effects of quercetin and regular exercise on the recovery of spatial memory and reduction of parameters of oxidative stress in animal model of Alzheimer's disease. **EXCLI journal**, [s. l.], v. 19, p. 596–612, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.17179/excli2019-2082>. Disponível em:

<https://doi.org/10.17179/excli2019-2082>. Disponível em:

https://www.excli.de/vol19/Hatami_08052020_proof.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

MYBURGH, K. Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress? **Sports Med.**, [s. l.], v. 44, n. 1, p. 57-70, 2014. DOI: [https://doi.org/10.1007/s40279-](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0151-4)

[014-0151-4](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0151-4). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24791917/>. Acesso em: 20 jan.

2025

NOH, H. *et al.* Quercetin Suppresses MIP-1 α -Induced Adipose Inflammation by Downregulating Its Receptors CCR1/CCR5 and Inhibiting Inflammatory Signaling. **Journal of Medicinal Food**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 550-557, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1089/jmf.2013.2912>. Disponível em:

<https://doi.org/10.1089/jmf.2013.2912>. Disponível em:

<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2013.2912>. Acesso em: 20 jan. 2025.

PRIETO, M. *et al.* Catechin and quercetin attenuate adipose inflammation in fructosefed rats and in 3T3-L1 adipocytes. **Molecular Nutrition Food Research**, [s. l.], v. 4, p. 622-633, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201400631>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/mnfr.201400631>. Acesso em: 20 jan. 2025.

RUSSO, M. *et al.* The flavonoid quercetin in disease prevention and therapy: Facts and fancies. **Biochemical Pharmacology**, [s. l.], v. 83, n. 1, p. 6-15, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2011.08.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006295211006599?via%3Dihub>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SADIGHPARVAR, S. *et al.* Combination of quercetin and exercise training attenuates depression in rats with 1,2-dimethylhydrazine-induced colorectal cancer: Possible involvement of inflammation and BDNF signalling. **Experimental physiology**, [s. l.], v. 105, n. 9, p. 1598-1609, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1113/EP088605>. Disponível em: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/EP088605>. Acesso em: 20 jan. 2025.

Data de submissão: 30 de janeiro de 2024

Data de aceite: 1 de janeiro de 2025