
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO CRÔNICA DE POLIFENÓIS NO DESEMPENHO DE EXERCÍCIOS DE ENDURANCE: UMA REVISÃO DE ENSAIOS CLÍNICOS CONTROLADOS

EFFECT OF CHRONIC POLYPHENOL SUPPLEMENTATION ON ENDURANCE EXERCISE PERFORMANCE: A REVIEW OF CONTROLLED CLINICAL TRIALS

Deivid Jose da Silva¹
Laísa de Paula Possani²

RESUMO

Exercícios de endurance envolvem grandes agrupamentos musculares, sendo caracterizado por baixa resistência e altas repetições, geralmente induzindo o consumo máximo de oxigênio, em consequência ocorre o aumento do estresse oxidativo. Apesar de estar bem estabelecido na literatura que as espécies reativas de oxigênio também desempenham respostas positivas ao treinamento, surgiu o maior interesse em estudar os efeitos da suplementação de antioxidantes. Devido a seus efeitos fisiológicos os compostos bioativos entraram recentemente nessa lista. O consumo de alimentos ricos em polifenóis aumenta a biogênese mitocondrial e a síntese de óxido nítrico, melhorando o fluxo sanguíneo. Considerando esses mecanismos fisiológicos, junto a propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, diversos estudos estão avaliando o seu papel na recuperação pós exercício. O objetivo deste estudo foi examinar se a suplementação de polifenóis poderia gerar uma melhora de performance em exercício de endurance. A busca de estudos foi realizada na base de dados do Medline, através do buscador PubMed. Foram encontrados 295 artigos, destes 25 foram pré-selecionados para leitura na íntegra, 9 estudos atenderam estabelecidos e foram inclusos na revisão. Os resultados observados sugerem que a suplementação a base de suco e extratos contendo polifenóis, durante 6 dias ou mais podem gerar melhoria no desempenho de exercícios de endurance em indivíduos treinados. No entanto são necessárias pesquisas futuras para verificar os efeitos dos polifenóis, suas dosagens ideais, o tempo de intervenção e desta forma estabelecer recomendações específicas.

108

Palavras-chaves: Antocianinas. Elagitaninos. Hesperidina. Erva mate. Performance no exercício.

ABSTRACT

Endurance exercises involve large muscle groupings, being characterized by low resistance and high repetitions, usually inducing maximum oxygen consumption, and

¹ Discente do curso de Nutrição do Centro Universitário Filadélfia (UniFil). E-mail: deivid@edu.unifil.br

² Docente do curso de Nutrição do Centro Universitário Filadélfia (UniFil). E-mail: laisa_possani@hotmail.com

as a consequence, an increase in oxidative stress occurs. Although it is well established in the literature that reactive oxygen species also play a positive role in training, there has been increased interest in studying the effects of antioxidant supplementation. Due to their physiological effects bioactive compounds have recently entered this list. Consumption of polyphenol-rich foods increases mitochondrial biogenesis and nitric oxide synthesis, improving blood flow. Considering these physiological mechanisms, along with antioxidant and anti-inflammatory properties, several studies are evaluating their role in post-exercise recovery. The aim of this study was to examine whether polyphenol supplementation could generate improved performance in endurance exercise. The search for studies was conducted in the Medline database using the PubMed search engine. A total of 295 articles were found, of these 25 were pre-selected to be read in full, 9 studies met the established criteria and were included in the review. The observed results suggest that supplementation with juice and extracts containing polyphenols for 6 days or more can improve endurance exercise performance in trained individuals. However, future research is needed to verify the effects of polyphenols, their optimal dosages, the timing of intervention, and thus establish specific recommendations.

Keywords: Anthocyanins. Ellagitannins. Hesperidin. Yerba mate. Exercise performance.

INTRODUÇÃO

109

A prática e participação em eventos de endurance vem aumentando globalmente a cada ano (VITALE; GETZIN, 2019). O endurance é um tipo de exercício que envolve grandes agrupamentos musculares caracterizado por exercícios de baixa resistência e altas repetições, que acaba induzindo aumento do consumo máximo de oxigênio (DUDLEY; FLECK, 1987).

Este aumento no consumo de oxigênio devido a maior produção de energia pela via aeróbica, associado ao dano muscular pós exercício, gera o aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (ERO). Com isso nossas defesas endógenas para o combate das EROs podem ser insuficientes. Assim surgiu o interesse em estudar os efeitos da suplementação de antioxidantes no desempenho e recuperação do exercício (MEO et al., 2016; MYBURGH, 2014).

Está bem estabelecido na literatura científica que as ERO desempenham respostas positivas e negativas em relação ao exercício. São importantes para promover as respostas adaptativas ao treinamento, ressíntese de glicogênio e diminuição do risco de infecção (PAULSEN et al., 2014; RISTOW et al., 2009), mas também alteram a estrutura e a função muscular, ocasionando dano muscular,

disfunção imunológica e fadiga (FINAUD; LAC; FILAIRE, 2006).

Diversos suplementos alimentares são comumente utilizados por atletas de endurance no intuito de melhoria de desempenho. Eles são investigados na ciência quanto ao seu papel nas adaptações fisiológicas e metabólicas do treinamento (ROTHSCHILD; BISHOP, 2020). Os compostos bioativos, definidos como compostos presentes nos alimentos que exercem efeitos biológicos em níveis dietéticos, surgiram como interessante opção e entraram recentemente nessa lista (CAREY; LUCY; DOYLE, 2021; FRANK et al., 2020). Tanto que o *Australian Institute of Sport* em seu último posicionamento classificou os polifenóis derivados de frutas como nível B de evidências (AIS, 2021).

Os polifenóis são metabolitos secundários envolvidos em diversos processos críticos das plantas, como: crescimento, pigmentação, polinização e proteção (KASHI et al., 2019). Presentes em diversos alimentos e bebidas de origens vegetais, atualmente existem milhares de substâncias conhecidas. Estas são divididas em classes e subclasses de acordo com sua estrutura química. As quatro principais classes são ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e lignanos (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2010).

110

Seus possíveis benefícios no desempenho do exercício físico se dão através do aumento da biogênese mitocondrial, que ocorre de duas maneiras: pelo aumento da expressão de genes que codificam proteínas citoprotetoras como o Fator Nuclear Respiratório 2 (NFR2) e pela ativação das sirtuínas (SIRT1), que aumenta a atividade do coativador-1 alpha do receptor ativado por proliferador de peroxissoma (PGC-1a) (D'ANGELO, 2019; MALAGUTI; ANGELONI; HRELIA, 2013; EYNON et al., 2010).

Além disso, os polifenóis também aumentam a síntese de óxido nítrico endotelial, melhorando o fluxo sanguíneo (LABONTÉ et al., 2013; MYBURGH, 2014).

Devido suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e os mecanismos relatados acima, um grande número de estudos vem investigando a influência do consumo de polifenóis no exercício físico, porém eles enfocam principalmente na recuperação pós exercício ou na recuperação do dano muscular induzido pelo exercício. Poucos estudos avaliam seus efeitos no desempenho, desta forma justifica-se a importância desse estudo.

O objetivo do presente trabalho foi verificar os efeitos da ingestão de polifenóis

no desempenho de exercício de endurance. Por seguinte, colocamos a hipótese de que a ingestão desses compostos e através de seus mecanismos que promovem melhoria na oxigenação, das propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, poderia gerar uma melhora no desempenho em exercícios exaustivos, onde a mínima melhoria em tempo ou distância percorrida seria relevante.

MÉTODOS

Estratégia de pesquisa

Foi realizada uma busca de estudos científicos na base de dados *online* do *Medline*, utilizando o sistema de pesquisa PubMed. Os termos pesquisados foram relacionados a polifenóis e exercício de endurance, foram utilizadas palavras chaves e operadores *booleanos* na língua inglesa: (“polyphenols” OR “flavonoids” OR “flavonone” OR “flavone” OR “flavonols” OR “isoflavones” OR “anthocyanins” OR “quercetin” OR “catechin” OR “acid phenolic” OR “lignans” OR “stilbenes” OR “resveratrol” OR “blackcurrant” OR “cherry” OR “green tea”) AND (“exercise” OR “endurance” OR “marathon” OR “training” OR “cycling” OR “athlete” OR “player” OR “sport”). A pesquisa final foi realizada em setembro de 2021; foram utilizados filtros relevantes na base de dados para delimitar os resultados quanto ao tipo de artigo (ensaios clínicos controlados), ao período de publicação (últimos 10 anos anteriormente a data da pesquisa), ao idioma (inglês) e participantes humanos.

111

Seleção de estudos

Após a pesquisa, os estudos foram selecionados por títulos e resumos, para refinar a seleção foram aplicados critérios de inclusão e exclusão. Foi realizada a leitura na íntegra de todos os artigos que atenderam os critérios de inclusão. Foram incluídos estudos que avaliaram o desempenho no exercício físico especificamente quantificados em distância ou tempo; pessoas saudáveis e treinadas, com idade entre 18 e 60 anos; intervenção de pelo menos 6 dias, baseado nas recomendações de Bowtell e Kelly (2019), onde esse período seria suficiente para ocorrer alterações na

expressão genética e proteica.

Foram excluídos estudos que não quantificaram os polifenóis; qualquer idioma que não fosse inglês; com participantes com morbidades; com participantes sedentários; revisões e resumos; que não foram aprovados por comitê de ética; e que avaliaram apenas recuperação do exercício ou muscular.

Coleta de dados

Aplicados os critérios de inclusão e exclusão, selecionados foram coletados os seguintes dados dos artigos: polifenóis utilizados e suas dosagens; tempo de intervenção; características dos participantes; tipo de exercício físico; resultados no desempenho.

RESULTADOS

A busca retornou 295 artigos, após a leitura dos títulos e resumos, 25 foram selecionados para leitura na íntegra. Destes, 9 estudos atenderam os critérios estabelecidos e foram inclusos na revisão.

112

SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DE POLIFENÓIS

Groselha negra

A groselha negra (*Ribes nigrum L., Grossulricae*) é um fruto proveniente de um arbusto perene, nativo da Europa central e da Ásia, sendo muito popular na Nova Zelândia. Possui alta concentração de compostos fenólicos, os quais se destacam as antocianinas e os flavonoides (GOPALAN et al., 2012).

As antocianinas, o pigmento natural que dá as características visuais a groselha negra, apresentam forte atividade antioxidante e anti-inflamatória, fornecendo propriedades ergogênicas contra as respostas negativas do exercício, além de proporcionar variados benefícios a saúde como redução dos riscos de infarte no miocárdio, diminuição do risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2 e inibição da

proliferação de células cancerígenas (HUTCHISON et al., 2016; WILLEMS et al., 2015; LYALL et al., 2009).

Braakhuis, Hopkings e Lowe (2014) investigaram o efeito da suplementação de groselha negra durante 3 semanas em 23 atletas do sexo feminino. O tratamento dietético foi realizado através da combinação de bebida concentrada, extrato e suco em pó. Ao todo, os 500 ml da bebida continham 300mg de antocianinas. O teste de desempenho foi realizado através de 5 km de corrida *time trial* e teste incremental em esteira. A bebida contendo polifenóis beneficiou o desempenho dos corredores com maiores cargas de treinamento.

Cook et al. (2015) investigaram o efeito da suplementação de extrato de groselha negra no desempenho e nas respostas fisiológicas e metabólicas em 14 ciclistas do sexo masculino. Os atletas relataram média de 8 a 10 horas de exercícios semanais e mais de 3 anos de experiência em competições. O protocolo de suplementação consistiu em 300 mg de extrato de groselha negra, contendo 105 mg de antocianinas, durante 7 dias. Os resultados foram coletados em teste incremental e teste de 16,1 km contra relógio. Foi observada melhora no desempenho *time trial*, outro parâmetro observado foi valor mais elevado de lactato plasmático e aumento da oxidação de ácidos graxos no exercício em intensidade moderada.

113

Perkins et al. (2015), avaliaram os efeitos de 7 dias de suplementação de extrato de groselha negra da Nova Zelândia em 13 corredores do sexo masculino. Foram administrados diariamente 300 mg do extrato, destes 105 mg são compostos por antocianinas. Como resultado, foi observado aumento do número de *sprints* e consequentemente aumento da distância percorrida, sem ocorrer variações no ritmo cardíaco, na absorção de oxigênio, apenas aumento do lactato sanguíneo próximos a condições de exaustão.

Cereja azeda

A cereja azeda de Montmorency (*Prunus cerasus*) é um alimento rico em nutrientes, compostos bioativos e com baixo valor energético. Dentre esses elementos destaca se potássio, vitamina C, antocianinas, quercetina e carotenoides. Cerca de 25% a 40% do conteúdo de polifenóis das cerejas de Montmorency são constituídos

de hidroxicinamatos e flavonóis (WOJDYŁO et al., 2014; MCCUNE et al., 2011).

Por apresentar este perfil fitoquímico, vários estudos apontaram ação promotora a saúde, devido a redução do risco de doenças crônicas inflamatórias, doenças cardiovasculares, diabetes e câncer. Alguns benefícios também foram evidenciados quanto a prática de exercício físico de força e resistência, como redução da dor muscular e aceleração da recuperação da força, aumento do fluxo sanguíneo, diminuição de marcadores de inflamação, melhora da capacidade cognitiva e do sono (GAO; CHILIBECK, 2020; VITALE; HUEGLIN; BROAD, 2017; MCCUNE et al., 2011).

Morgan, Barton e Bowtell (2019) avaliaram os efeitos de 7 dias de suplementação com cápsulas de cereja azeda em pó, o conteúdo total de polifenóis foi avaliado em 468,8 mg, destes 257 mg eram antocianinas. Participaram do estudo 8 ciclistas treinados do sexo masculino, a avaliação do desempenho foi realizada por meio de teste de ciclismo 15 km contra-relógio. Foi observada redução de aproximadamente 74 segundo no tempo de conclusão do teste, o qual representou a melhora de 4,6%. Também foi observada melhoria na oxigenação, o qual era esperado devido as propriedades vasoativas dos polifenóis presentes na cereja azeda, fator que pode estar relacionado a melhora no desempenho.

114

McCormick et al. (2016) avaliaram os efeitos de 6 dias de suplementação com 90 ml de suco concentrado de cereja azeda, o conteúdo de polifenóis presente foi estimado em 820,53 mg de antocianinas. Participaram do estudo 9 jogadores de polo aquático do sexo masculino muito bem treinados. Os testes de desempenho foram realizados por meio de protocolo de simulação de jogo e teste intermitente. Os resultados não indicaram qualquer efeito positivo no desempenho do exercício, que poderia estar relacionada com a baixa tensão mecânica dos exercícios aquáticos.

Extrato de romã

A romã (*Punica granatum*) é uma fruta rica em compostos bioativos e desde os tempos antigos tem sido utilizada com fins medicinais. São encontrados mais de 124 fotoquímicos diferentes e os elagitaninos são os polifenóis mais abundantes. Estima-se que o suco de romã apresente a maior concentração de elagitaninos que qualquer outra bebida proveniente de frutas (WACHTEL-GALOR; BENZIE, 2011; SEERAM;

SCHULMAN; HEBER, 2006).

Dentre os elagitaninos, destaca-se as punicalaginas como o polifenol de maior peso molecular, presente principalmente na casca. Durante seu processamento em suco, onde a fruta é prensada inteira, grande parte dos elagitaninos são extraídos para o suco em quantidade significativa, com níveis superiores a 2 g por litro. Também são encontrados outros polifenóis importantes, como antocianinas, quercetina, kaempferol e luteonina, embora em menores quantidades (GIL et al., 2000; SEERAM; SCHULMAN; HEBER, 2006).

O metabolismo dos elagitaninos ocorre principalmente no intestino delgado, em sua totalidade são hidrolisados em ácido elágico, porém apresenta baixa biodisponibilidade. Os compostos que não são absorvidos são metabolizados pela microbiota intestinal, produzindo outros componentes; entre eles destacam-se as urolitinas (VENUSOVA et al., 2021).

Quanto aos potenciais benefícios à saúde, estudos recentes, entre eles uma revisão de literatura elucidou que o suco e extratos das mais diferentes partes da romã, como casca, folhas e sementes, apresentam diversos feitos, destacando-se os efeitos antioxidantes, antidiabéticos, anti-hipertensivos, antiobesidade, anti-inflamatório, antimicrobianos e antitumorais foram os mais verificados (VUČIĆ et al, 2019; DANESI; FERGUSON, 2017).

Crum, Barnes e Stannard (2018) avaliaram a suplementação de extrato de romã durante 8 dias, em 8 ciclistas treinados de ambos os sexos. O protocolo de suplementação foi 15 mg/kg, sendo o conteúdo estimado de polifenóis entre 652 e 1080 mg, esses compostos quase que em sua totalidade de elagitaninos. A coleta de dados foi realizada por meio de teste 5 minutos de ciclismo contra relógio, como esperado foi evidenciado o aumento de nitrato plasmático, mas não houve melhora no desempenho. A curta duração do teste pode sugerir o não resultado no desempenho e evidencia a necessidade de estudos com teste de maior duração.

Torregrosa-García et al. (2019) avaliaram a suplementação de 750 mg de extrato de romã, contendo 225 mg de punicalaginas, um polifenol da classe dos elagitaninos, durante 15 dias. O estudo teve a participação de 26 ciclistas do sexo masculino. Como resultado foi observado aumento do tempo total até à exaustão, que promoveu aumento do esforço máximo e submáximo. Tais achados seriam

interessantes em competições de longa duração, onde próximo ao final da prova o atleta aumentaria sua intensidade.

Hesperidina

A hesperidina é um flavonoide encontrado principalmente em frutas cítricas, como a laranja doce, limão, tangerina e toranja. Pode ser encontrada de duas formas isoméricas, a 2S-Hesperidina, a forma natural mais predominante e 2R-Hesperidina, sua forma com menor biodisponibilidade (MOREIRA-ARAÚJO, 2019; BARRECA et al., 2017; GARG et al., 2001).

Diversos estudos clínicos e em animais têm demonstrado os efeitos biológicos promovidos pela hesperidina, promovendo redução de fatores de risco para doenças metabólicas e cardiovasculares, efeito antioxidante, anti-inflamatório e antimicrobiano, controle glicêmico, propriedades anticâncer e neuroprotetor (BARRECA et al., 2017; PLA-PAGÀ et al., 2017; OLIVEIRA; DOURADO; CESAR, 2013).

Martínez-Noguera et al. (2020) avaliaram 8 semanas de suplementação de extrato de laranja doce, contendo 500 mg de S2-Hesperidina, em 40 ciclistas do sexo masculino. Foram observados melhora no desempenho de exercício submáximo e de intensidade máxima nos testes incrementais. Prevenção da queda de VO₂ Relativo e da taxa máxima de oxidação de gorduras nos testes por etapas. Foi realizada a hipótese que a ingestão crônica de S2-Hesperidina melhoraria a produção de energia e conseqüentemente o desempenho dos atletas, não entanto existem poucas evidências sobre tal efeito.

Erva mate

A erva-mate é o principal produto obtido da árvore *Ilex paraguariensis*, uma planta originária da região Sul-americana. Muito consumida na Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai na forma de bebida, como chá mate, chimarrão e tererê (MOSIMANN; WILHELM-FILHO; SILVA, 2006; COLPO et al, 2016).

Extremamente rica em compostos bioativos com destaque para os polifenóis e as metilxantinas. Em estudo recente Mateos et al. (2018), observou 58 tipos

diferentes de polifenóis presentes em erva-mate comerciais. São compostos principalmente por derivados do ácido hidroxicinâmico, como ácido cafeico, ácido clorogênico e flavonóis como a rutina, quercetina e kaempferol. As metilxantinas encontradas foram a cafeína e a teobromina.

Areta et al. (2017) avaliaram o efeito de 6 dias de suplementação com 5g de extrato de erva mate em cápsulas, contendo 456 mg de polifenóis, no desempenho de 9 ciclistas do sexo masculino. No teste de ciclismo 30 minutos contra-relógio, realizado a 80% de potência aeróbica, foi observado pequena melhora no desempenho, houve uma redução de aproximadamente 40 segundos para realizar a carga de trabalho estipulada. Nos testes submáximos foram observados aumento da oxidação de gorduras em intensidade de 30% a 50% do VO_{2max} . O conteúdo de cafeína presente na suplementação foi baixa, não sendo considerada ergogênica, não interferindo no resultado.

Tabela 1 – Resumo dos estudos que investigaram o efeito da suplementação de polifenóis no desempenho de exercícios de endurance

Autores	Protocolo de suplementação	Participantes	Principais resultado
Areta et al., 2017	5 g dia de extrato de erva mate durante 6 dias	9 ciclistas / triatletas do sexo masculino bem treinados	↑ oxidação de gorduras durante o exercício submáximo, ↑ potência, melhoria de desempenho no teste TT.
Braakhuis; Hopkins; Lowe, 2013	500 ml dia de uma bebida preparada com suco concentrado e extrato de groselha negra durante 3 semanas	23 corredoras treinadas	Pequena melhora no desempenho dos indivíduos com maiores cargas de treinamento
Cook et al., 2015	300 mg dia de extrato groselha negra durante 7 dias	14 ciclistas masculinos	Diminuição do tempo de conclusão, ↑ oxidação de gorduras, ↑ lactato sanguíneo.
Crum; Barnes; Stanard, 2018	15 mg/kg de extrato de romã durante 8 dias	6 homens e 2 mulheres treinados	Não houve melhora de desempenho, ↑ NO plasmático
Martínez-Noguera et al., 2020	500 mg de S2-Hesperidina durante 8 semanas	40 ciclistas masculinos amadores	Melhoria de desempenho em exercícios submáximos e de intensidade máxima
McCormick et al., 2016	90 ml de suco concentrado de cereja azeda durante 7 dias	9 atletas masculinos de pólo aquático bem treinados	Nenhum efeito observado no desempenho.

mg (miligramas) ↑ (aumento) **TT** (time trial) **NO** (óxido nítrico)

Autores	Protocolo de suplementação	Participantes	Principais resultado
Morgan; Barton; Bowtell, 2019	6 capsulas dia de cereja azeda liofilizada em pó durante 7 dias	8 ciclistas masculinos treinados	↑ oxigenação e melhoria de desempenho
Perkins et al., 2015	300 mg dia de extrato de groselha negra durante 7 dias	13 homens fisicamente ativos	↑ lactato sanguíneo e melhoria de desempenho
Terregrosa-Garcia et al., 2019	750 mg dia de extrato de romã durante 15 dias	26 atletas masculinos	Melhorias no esforço máximo e submáximo

mg (miligramas) ↑ (aumento) **TT** (time trial) **NO** (óxido nítrico)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do presente estudo foi possível observar que a suplementação com esses extratos e sucos ricos em polifenóis pelo período de 6 dias ou mais parece ser promissora, podendo ser utilizada como recurso ergogênico para melhoria de desempenho em exercícios extenuantes, visto que em competições a mínima melhoria de tempo ou distância percorrida seria benéfica aos indivíduos. No entanto, foram encontrados um número restrito de estudos, destacando a necessidade de futuras pesquisas para analisar os possíveis efeitos dos polifenóis e as dosagens ideais, desta forma podendo estabelecer recomendações específicas para a suplementação ou inclusão de alimentos ricos em polifenóis na dieta de atletas e praticantes de exercício físico. Também foi possível observar a carência de estudos realizados com fontes alimentares comuns em nossa região, considerando a rica diversidade de plantas presentes no Brasil.

120

REFERÊNCIAS

- AIS – Australian Institute Of Sport. **Australian Institute Of Sport Position Statement: Supplements And Sports Foods In High Performance Sport**. Camberra: AIS, 2021. Disponível em: https://www.ais.gov.au/_data/assets/pdf_file/0014/1000841/Position-Statement-Supplements-and-Sports-Foods-abridged_v2.pdf. Acesso em: 14 out. 2021.
- ARETA, J. L. et al. Metabolic and Performance Effects of Yerba Mate on Well-trained Cyclists. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 50, n. 4, p. 817–826, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29117073/>. Acesso em: 10 out. 2021.
- BARRECA, D. et al. Flavanones: Citrus phytochemical with health-promoting properties. **BioFactors**, v. 43, n. 4, p. 495–506, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28497905/>. Acesso em: 14 out. 2021.
- BOWTELL, J.; KELLY, V. Fruit-Derived Polyphenol Supplementation for Athlete Recovery and Performance. **Sports Medicine**, v. 49, n. S1, p. 3–23, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30671906/>. Acesso em: 14 ago. 2021.
- BRAAKHUIS, A. J.; HOPKINS, W. 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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23600891/>. Acesso em: 2 out. 2021.

CAREY, C. C.; LUCEY, A.; DOYLE, L. Flavonoid Containing Polyphenol Consumption and Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 51, n. 6, p. 1293–1316, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33687663/>. Acesso em: 2 out. 2021.

COLPO, A. C. et al. Yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)-based beverages: How successive extraction influences the extract composition and its capacity to chelate iron and scavenge free radicals. **Food Chemistry**, v. 209, p. 185–195, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27173551/>. Acesso em: 2 out. 2021.

COOK, M. D. et al. New Zealand blackcurrant extract improves cycling performance and fat oxidation in cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 11, p. 2357–2365, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26175097/>. Acesso em: 2 out. 2021.

CRUM, E. M.; BARNES, M. J.; STANNARD, S. R. Multiday Pomegranate Extract Supplementation Decreases Oxygen Uptake During Submaximal Cycling Exercise, but Cosupplementation With N-acetylcysteine Negates the Effect. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 6, p. 586–592, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29431536/>. Acesso em: 2 out. 2021.

121

DANESI, F.; FERGUSON, L. Could Pomegranate Juice Help in the Control of Inflammatory Diseases? **Nutrients**, v. 9, n. 9, p. 958, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28867799/>. Acesso em: 14 out. 2021.

DUDLEY, G. A.; FLECK, S. J. Strength and Endurance Training. **Sports Medicine**, v. 4, n. 2, p. 79–85, 1987. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3299613/>. Acesso em: 15 out. 2021.

D'ANGELO, S. Polyphenols and Athletic Performance: A Review on Human Data. **Plant Physiological Aspects of Phenolic Compounds**, 2019. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/66058>. Acesso em: 2 out. 2021.

EYNON, N. et al. Interaction between SNPs in the NRF2 gene and elite endurance performance. **Physiological Genomics**, v. 41, n. 1, p. 78–81, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20028934/>. Acesso em: 15 out. 2021.

FINAUD, J.; LAC, G.; FILAIRE, E. Oxidative Stress. **Sports Medicine**, v. 36, n. 4, p. 327–358, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16573358/>. Acesso em: 15 out. 2021.

GAO, R.; CHILIBECK, P. D. Effect of Tart Cherry Concentrate on Endurance Exercise Performance: A Meta-analysis. **Journal of the American College of**

Nutrition, v. 39, n. 7, p. 657–664, 2020. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31986108/>. Acesso em: 14 out. 2021.

GARG, A. et al. Chemistry and pharmacology of the citrus bioflavonoid hesperidin.

Phytotherapy Research, v. 15, n. 8, p. 655–669, 2001. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11746857/>. Acesso em: 15 out. 2021.

GIL, M. I. et al. Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. **Journal of Agricultural and Food**

Chemistry, v. 48, n. 10, p. 4581–4589, 2000. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11052704/>. Acesso em: 14 out. 2021.

GOPALAN, A. et al. The health benefits of blackcurrants. **Food & Function**, v. 3, n. 8, p. 795, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22673662/>.

Acesso em: 14 out. 2021.

HUTCHISON, A. T. et al. Black Currant Nectar Reduces Muscle Damage and Inflammation Following a Bout of High-Intensity Eccentric Contractions. **Journal of Dietary Supplements**, v. 13, n. 1, p. 1–15, 2014. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25153307/>. Acesso em: 14 out. 2021.

KASHI, D. S. et al. The Efficacy of Administering Fruit-Derived Polyphenols to Improve Health Biomarkers, Exercise Performance and Related Physiological Responses. **Nutrients**, v. 11, n. 10, p. 2389, 2019. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31591287/>. Acesso em: 14 out. 2021.

122

LABONTÉ, K. et al. Acute Effects of Polyphenols from Cranberries and Grape Seeds on Endothelial Function and Performance in Elite Athletes. **Sports**, v. 1, n. 3, p. 55–68, 2013. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4663/1/3/55>. Acesso em: 14 out. 2021.

LYALL, K. A. et al. Short-term blackcurrant extract consumption modulates exercise-induced oxidative stress and lipopolysaccharide-stimulated inflammatory responses.

American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, v. 297, n. 1, 2009. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19403859/>. Acesso em: 14 out. 2021.

MALAGUTI, M.; ANGELONI, C.; HRELIA, S. Polyphenols in Exercise Performance and Prevention of Exercise-Induced Muscle Damage. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2013, p. 1–9, 2013. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23983900/>. Acesso em: 15 out. 2021.

MARTÍNEZ-NOGUERA, F. J. et al. Effects of 8 Weeks of 2S-Hesperidin Supplementation on Performance in Amateur Cyclists. **Nutrients**, v. 12, n. 12, p. 3911, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33371483/>. Acesso em:

15 out. 2021.

MATEOS, R. et al. Improved LC-MSn characterization of hydroxycinnamic acid

derivatives and flavonols in different commercial mate (*Ilex paraguariensis*) brands. Quantification of polyphenols, methylxanthines, and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 241, p. 232–241, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28958524/>. Acesso em: 15 out. 2021.

MCCORMICK, R. et al. Effect of tart cherry juice on recovery and next day performance in well-trained Water Polo players. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 13, n. 1, 2016. Disponível em: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-016-0151-x>. Acesso em: 2 out. 2021.

MCCUNE, L. M. et al. Cherries and Health: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 1, p. 1–12, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21229414/>. Acesso em: 2 out 2021.

MEO, S. D. et al. Role of ROS and RNS Sources in Physiological and Pathological Conditions. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, p. 1–44, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27478531/>. Acesso em: 15 out. 2021.

MOREIRA-ARAÚJO, R.D.R. Flavonoides e outros compostos fenólicos: In: PIMENTEL, C.V.M.B.; ELIAS, M.F.; PHILIPPI, S.T. **Alimentos funcionais e compostos bioativos**. 1. ed. Barueri: Manole, 2019. p. 75-99.

123

MORGAN, P. T.; BARTON, M. J.; BOWTELL, J. L. Montmorency cherry supplementation improves 15-km cycling time-trial performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 3, p. 675–684, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30617467/>. Acesso em: 2 out. 2021.

MOSIMANN, A. L. P.; WILHELM-FILHO, D.; SILVA, E. L. D. Aqueous extract of *Ilex paraguariensis* attenuates the progression of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. **BioFactors**, v. 26, n. 1, p. 59–70, 2006. Disponível em: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/biof.5520260106>. Acesso em: 15 out. 2021.

MYBURGH, K. H. Polyphenol Supplementation: Benefits for Exercise Performance or Oxidative Stress? **Sports Medicine**, v. 44, n. S1, p. 57–70, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24791917/>. Acesso em: 2 out. 2021.

OLIVEIRA, D. M. D.; DOURADO, G. K. Z. S.; CESAR, T. B. Hesperidin associated with continuous and interval swimming improved biochemical and oxidative biomarkers in rats. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, n. 1, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23705637/>. Acesso em: 15 out. 2021.

PAULSEN, G. et al. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomised, controlled trial. **The Journal of Physiology**, v. 592, n. 8, p. 1887–1901, 2014. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24492839/>. Acesso em: 15 out. 2021.

PERKINS, I. C. et al. New Zealand Blackcurrant Extract Improves High-Intensity Intermittent Running. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 5, p. 487–493, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25812064/>. Acesso em: 2 out. 2021.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J. et al. Systematic Analysis of the Content of 502 Polyphenols in 452 Foods and Beverages: An Application of the Phenol-Explorer Database. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 8, p. 4959–4969, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20302342/>. Acesso em: 14 out. 2021.

PLA-PAGÀ, L. et al. Effects of hesperidin consumption on cardiovascular risk biomarkers: a systematic review of animal studies and human randomized clinical trials. **Nutrition Reviews**, v. 77, n. 12, p. 845–864, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31271436/>. Acesso em: 15 out. 2021.

RISTOW, M. et al. Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 21, p. 8665–8670, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19433800/>. Acesso em: 15 out. 2021.

ROTHSCHILD, J. A.; BISHOP, D. J. Effects of Dietary Supplements on Adaptations to Endurance Training. **Sports Medicine**, v. 50, n. 1, p. 25–53, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31531769/>. Acesso em: 15 out. 2021.

SEERAM N.P, SCHULMAN R.N, HEBER D. **Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press; 2006. E-book.

TORREGROSA-GARCÍA, A. et al. Pomegranate Extract Improves Maximal Performance of Trained Cyclists after an Exhausting Endurance Trial: A Randomised Controlled Trial. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 721, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30925733/>. Acesso em: 2 out. 2021.

VENUSOVA, E. et al. Physiological and Immune Functions of Punicalagin. **Nutrients**, v. 13, n. 7, p. 2150, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34201484/>. Acesso em: 14 out. 2021.

VITALE, K.; GETZIN, A. Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. **Nutrients**, v. 11, n. 6, p. 1289, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31181616/>. Acesso em: 15 out. 2021.

VITALE, K. C.; HUEGLIN, S.; BROAD, E. Tart Cherry Juice in Athletes. **Current Sports Medicine Reports**, v. 16, n. 4, p. 230–239, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28696985/>. Acesso em: 24 out. 2021.

VUČIĆ, V. et al. Composition and Potential Health Benefits of Pomegranate: A Review. **Current Pharmaceutical Design**, v. 25, n. 16, p. 1817–1827, 2019.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31298147/>. Acesso em: 14 out.2021.

WACHTEL-GALOR, S.; BENZIE, I. F. F. **Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects (Oxidative stress and disease ; 28)**. CRC Press, 2011.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92771/>. Acesso em: 14 out. 2021.

WILLEMS, M. E. T. et al. Beneficial Physiological Effects With Blackcurrant Intake in Endurance Athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 4, p. 367–374, 2015. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25811286/>. Acesso em: 2 out. 2021.

WOJDYŁO, A. et al. Evaluation of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Fruits for Their Polyphenol Content, Antioxidant Properties, and Nutritional Components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 51, p. 12332–12345, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25495123/>. Acesso em: 14 out. 2021.