



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE
CURSO DE NUTRIÇÃO

ALIMENTOS ANTI-INFLAMATÓRIOS E SUAS RESPOSTAS
FISIOLÓGICAS BENÉFICAS AOS MARATONISTAS

Fernanda Ferreira Araújo

Valentine Farias de Carvalho

Professor orientador: Michele Ferro de Amorim

Brasília, 2019

INTRODUÇÃO

O nome “maratona” origina-se da lenda de um corredor conhecido como Fidípides, que sacrificou sua vida ao percorrer os 40 km entre as cidades de Maratona e Atenas, na Grécia (AIMS, 2019). As corridas de longa distância existem desde a época dos antigos egípcios, no entanto, a primeira maratona veio a existir em 1896, nos Jogos Olímpicos, no percurso original de Maratona à Atenas. Um ano depois, em 1897, ocorreu a maratona de Boston, disputada sem interrupções desde então (BAA, 2018). Esta maratona, além de ser a mais tradicional, está entre as mais cobiçadas, pois é preciso obter um índice correspondente a sua faixa etária para correrla (FILHO, 2019). Somente em 1908, nos Jogos Olímpicos de Londres, o percurso da maratona passou a ter a distância atual de 42,195 metros. A medição do percurso é feita através de uma bicicleta calibrada, sendo esse o único método aprovado para medir corridas de rua (AIMS, 2019).

Maratona é um exercício de resistência, com duração de aproximadamente duas horas para atletas de elite e acima de quatro horas para atletas amadores. É considerada uma atividade de *endurance*. No geral, maratonistas profissionais costumam ter biótipos similares uns aos outros: magros, até 1,80 metros, musculatura forte e alongada e, de um modo geral, de origem africana (VARELLA, 2015).

Critérios como mudança de altitude e separação em linha reta entre o início e o final da prova são determinantes para reconhecimentos de recordes oficiais. Os recordes mundiais atuais são de 2:01:39 de Eliud Kipchoge, alcançado na última edição da Maratona de Berlim, em 2018, e 2:15:25 de Paula Radcliffe, na Maratona de Londres em 2003 (AIMS, 2018). Fazem parte das maiores e mais famosas maratonas do mundo as *World Marathon Majors*, que constituem das maratonas de Tóquio, Boston, Londres, Berlim, Chicago e Nova York (ABBOTT, 2018).

A obtenção de resultados positivos em competições está associada a uma boa alimentação, uma vez que o aporte adequado de macro e micronutrientes contribuem de maneira significativa para o bom desempenho no esporte. Segundo Jeukendrup (2011), a desidratação e a depleção de carboidratos costumam ser as principais queixas de fadiga entre maratonistas, mas sintomas gastrointestinais, hipertermia e hiponatremia também são recorrentes e podem fazer com que haja queda de *performance*, bem como podem ameaçar a saúde do atleta de *endurance*.

Maratonas geram um dano muscular muito grande devido ao impacto repetitivo com o solo, podendo levar a desgastes do organismo ocasionado por fatores como inflamações. Segundo Puggina et al. (2016), marcadores de sangue como Creatina Quinase (CK), Lactato Desidrogenase (LDH), concentração de Interleucina-6 (IL-6), Interleucina-10 (IL-10), Proteína C-Reativa (PCR) e cortisol, mostram que atletas apresentam aumento dos indicadores de lesões musculares e inflamação após prova de *endurance* com duração média de 5 horas.

Muitas das lesões de maratonistas são provenientes de inflamações musculares e/ou articulares, como artrites, por vezes causadas por excesso de treino (*overtraining*) ou por recuperação inadequada (EWELINA, 2018). Para evitar situações de *overtraining*, que podem destruir drasticamente o potencial competitivo do atleta, a alimentação adequada e específica para esse público é de grande relevância, podendo prevenir ou até mesmo tratar lesões. Neste contexto, a nutrição esportiva objetiva modificar os fatores de estresse associados aos mecanismos dos danos musculares esqueléticos e recuperar de um treinamento intenso e/ou competições. As estratégias nutricionais adequadas aceleram a recuperação dos efeitos negativos do exercício, por promover adaptações fisiológicas mais eficazes ao condicionamento muscular pós-exercício e favorecer um retorno aos treinos de uma forma mais rápida (BEELLEN et al., 2010).

O consumo de industrializados cresceu muito nos últimos anos, tornando-se cada vez mais difícil de atingir as necessidades nutricionais. A baixa disponibilidade de glicogênio, por vezes gerada devido à baixa ingestão de nutrientes frente às necessidades nutricionais do atleta, pode impactar em lesões indesejadas, como dores musculares e articulares (PUGGINA et al., 2016). Nesse contexto, há uma necessidade particularmente adequada a atletas, visto que uma alimentação precária pode levar a consequências negativas não só nos treinos, mas também em provas, além de gerar outros problemas de saúde.

A alimentação natural, por meio da utilização de alimentos anti-inflamatórios e antioxidantes podem auxiliar na recuperação de atletas e gerar benefícios ao organismo através de ações menos agressivas quando comparado aos medicamentos. Alimentos como abacate, açafrão, alho, canela, gengibre e vegetais verdes escuros possuem efeitos anti-inflamatórios benéficos aos atletas (PANAHI, 2014).

Os antioxidantes agem protegendo as células e os tecidos por meio da neutralização dos efeitos prejudiciais dos radicais livres. Portanto, o consumo de alimentos fontes de antioxidantes contribui para menor dano ao tecido muscular, recuperação mais rápida e aumento de imunidade (EBERLE, 2014; SOUTINHO et al., 2013).

Diante do exposto, e considerando a relevância do tema, este estudo teve por objetivo avaliar a ação dos alimentos anti-inflamatórios e suas respostas fisiológicas benéficas aos maratonistas.

METODOLOGIA

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de revisão da literatura acerca da ação dos alimentos anti-inflamatórios e suas respostas fisiológicas benéficas aos maratonistas.

Metodologia

Foram consultados artigos científicos cadastrados nas bases de dados: SCIELO e PUBMED. Para a busca das referências, foram utilizadas as palavras-chaves cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): alimentos, anti-inflamatório, antioxidante, atletas, corrida, estresse oxidativo, exercício físico, fisiologia, inflamação, nutrição. Descritores como: *endurance*, maratona e maratonistas não estavam cadastrados nos DeCS, porém, foram utilizados devido à sua relevância considerando a temática da pesquisa. O período das publicações foi limitado para os últimos 10 anos e foram utilizados artigos nos idiomas inglês e português. Foram excluídos artigos de revisão e de meta-análise, bem como os que não apresentaram relação com o objetivo da presente pesquisa, estudos realizados em animais e artigos que declararam conflitos de interesse.

Análise de dados

Foi realizada uma pré-seleção dos artigos pela leitura dos títulos, seguiu-se com a leitura dos resumos e aqueles que não atenderam ao objetivo proposto pelo presente trabalho foram excluídos. Quanto aos remanescentes, foram lidos e estudados na íntegra. Foi realizada uma leitura minuciosa e crítica dos manuscritos para identificação dos núcleos de sentido de cada texto e posterior agrupamento de subtemas que sintetizassem as produções.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Mecanismos fisiológicos da inflamação em atletas

O exercício aeróbico tem como característica um elevado consumo de oxigênio, pois a produção de Trifosfato de Adenosina (ATP) necessária para sua realização provém de mecanismo mitocondrial dependente de oxigênio. Quanto maior a intensidade e duração, mais alto se torna esse consumo, maior o esgotamento de elétrons nas mitocôndrias a nível de citocromo e, com estimativa de que entre 2 a 5% do oxigênio total utilizado pelas mitocôndrias seja convertido em radicais livres. Também as catecolaminas liberadas durante o exercício físico (URSO; CLARKSON, 2003), a produção de lactato, em que é ultrapassada a capacidade de tamponamento metabólico, a elevada taxa de oxidação da hemoglobina, o processo de isquemia e reperfusão sanguínea, dentre outros fatores, são desencadeadores do aumento da produção de radicais livres (VANCINI et al., 2005).

A título conceitual, os radicais livres são moléculas que possuem elétron livre em sua órbita, tornando-se altamente instáveis e reativas, em razão de seus elétrons desemparelhados, capazes de transformar outras moléculas com as quais colidem, podendo causar danos ao organismo, por estresse oxidativo, se não houver remoção pelo sistema antioxidante. Consequência do predomínio do sistema pró-oxidantes sobre o antioxidante é a lesão por oxidação da camada lipídica da membrana celular – Lipoperoxidação (LPO) – e alterações da função celular tecidual (SHNEIDER; OLIVEIRA, 2004).

Quando há um elevado grau de exaustão causado pelo exercício físico intenso, com indução a um desequilíbrio fisiológico e alta produção de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs), que consistem em radicais livres, iniciam-se os mecanismos de sua formação a partir das seguintes causas: interrupção temporária das bombas de ATP dependentes de cálcio; estresse oxidativo devido à hipóxia e reoxigenação; ativação de leucócitos devido ao dano muscular; aumento das concentrações de cálcio e condições de hipóxia no aumento da atividade da óxido nítrico sintase (SHNEIDER; OLIVEIRA, 2004).

O estresse oxidativo gerado pelas EROs pode provocar danos nas membranas celulares das fibras musculares, variando desde um dano à fibra muscular, até a ruptura do músculo, levando a um processo inflamatório (VANCINI et al., 2005).

A inflamação é uma resposta de defesa natural do organismo, estando fortemente ligada à imunidade inata e seu mecanismo molecular típico de organismos multicelulares. Ela acontece

para que se proceda à reparação do tecido após a ocorrência da injúria, tendo como finalidade restabelecer a homeostasia corporal (KUPRASH; DEDOSPASOV, 2016).

No caso dos atletas maratonistas, as longas, intensas e sucessivas sessões de treino sobrecarregam o tecido muscular estriado esquelético, tecido conjuntivo e tecido ósseo, causando microtraumas, que podem ser reparados mediante uma resposta inflamatória controlada, com atuação principalmente de neutrófilos e macrófagos, que irão agir para contribuir para esse reparo. O procedimento para que isso ocorra pode ser dividido em três fases: degenerativa, regenerativa e remodelamento do tecido danificado (SILVA; MACEDO, 2011).

Na fase degenerativa, quando ocorre a lesão do tecido, há formação de eicosanoides, pelas ciclooxygenases, derivados do ácido araquidônico, que constitui os lipídeos das membranas celulares (MEDZHITOV, 2008). Esses eicosanoides geram, principalmente, prostaglandinas, prostaciclina, leucotrienos e tromboxanos. Tais mediadores inflamatórios irão fazer a regulação da vasodilatação, quimiotaxia e aumento da permeabilidade do endotélio vascular, permitindo a passagem de células inflamatórias para o local danificado, processo denominado diapedese (SILVA; MACEDO, 2011).

Na segunda fase, os neutrófilos rapidamente chegam ao local após a ocorrência da lesão aguda, elevando suas concentrações por um período de até 5 dias. Eles exercem a função de fagocitose ou liberação de proteases que ajudam a degradar detritos celulares que pode ser produzido pela lesão muscular. Eles também serão responsáveis pela formação de EROs onde o evento inflamatório está ocorrendo, devendo ser muito bem controlada a resposta que geram, para que não haja mais lesão celular (TIDBALL, 2005).

Na fase de remodelação dos tecidos, os macrófagos chegam ao local lesionado entre 24 a 48 horas após a injúria, atuando na remoção das células danificadas. Uma segunda população aparece tardiamente, entre 48 a 96 horas, para agir no reparo do tecido muscular, pela secreção de moléculas regenerativas como hormônios fator de crescimento semelhante à insulina, citocinas reguladoras do crescimento celular, quimiocinas, prostaglandinas e EROs (SILVA; MACEDO, 2011).

Os linfócitos também atuam na fase de regeneração tecidual após o exercício, induzindo a um aumento das células *Natural Killer* (NK), seguido de uma queda por algumas horas, o que pode levar a um estado de imunossupressão momentânea. O cortisol, liberado pela ação da IL-6, também pode estar ligado a esse quadro imunossupressor após o exercício exaustivo, ocasionando a susceptibilidade de infecções em atletas (SILVA; MACEDO, 2011).

Além do quadro inflamatório local, importante considerar a alteração fisiológica sistêmica que ocorre no organismo do maratonista na fase aguda, objetivando o restabelecimento da homeostasia. Nessa fase, há aumento das proteínas de fase aguda como PCR, fibrinogênio, transferrina, ceruplasmina, dentre outras. Dentre as proteínas de fase aguda negativas está a albumina, que tem sua concentração plasmática diminuída, contribuindo para formação de edema tecidual. Também se nota a diminuição de minerais como zinco e cálcio como característica desse processo inflamatório (SILVA; MACEDO, 2011).

Importante citar também uma das principais citocinas presentes na circulação durante o exercício físico, e que precede o aparecimento das outras citocinas: a IL-6. O nível de IL-6 circulante aumenta de forma exponencial (até 100 vezes) em resposta ao exercício e declina no período pós-exercício. Ela é produzida pela sinalização de citocinas pró-inflamatórias e EROs. A IL-6 é liberada quando ocorre a contração muscular durante o exercício e tem a função de agir de maneira hormonal para mobilizar substratos extracelulares e/ou aumentar a entrega do substrato durante o exercício. Além disso, a IL-6 tem importantes efeitos anti-inflamatórios, por aumentar a síntese de citocinas anti-inflamatórias, e controlar o nível de estresse oxidativo no tecido, podendo ser considerada simultaneamente como pró e anti-inflamatória (PETERSEN; PEDERSEN, 2005).

Dessa forma, a inflamação constitui mecanismo positivo e necessário para o reparo e remodelamento da musculatura lesionada, podendo estender a capacidade homeostática do organismo (MEDZHITOV, 2008). Contudo, quando não há o devido repouso, ou quando o processo inflamatório torna-se exacerbado e com estresse oxidativo intenso, o organismo se torna incapaz de reparar os danos ocorridos, culminando desde a fadiga, queda de performance, lesões graves, alterações bioquímicas, imunológicas, até danos no DNA e doenças crônicas (SILVA; MACEDO, 2011; URSO; CLARKSON, 2003).

Neste feito, o exercício intenso e prolongado pode causar estresse oxidativo aumentado e inflamação, de forma que são insuficientes os mecanismos de defesa antioxidante e anti-inflamatórios naturais. Assim, o conhecimento de como os antioxidantes e anti-inflamatórios interagem fornece bases racionais para desenvolver estratégias nutricionais contribuindo para a saúde e o progresso nas atividades dos atletas maratonistas (RUIZ; SÁNCHEZ, 2015).

2. Atuação dos alimentos na prevenção e tratamento da inflamação

As alterações metabólicas provocadas no organismo pelo exercício físico, induzindo a um estresse oxidativo por aumento precoce das EROs, estimula o próprio organismo a produzir sua defesa antioxidante, principalmente por meio da Super Óxido Dismutase (SOD), que é descrito como o primeiro escudo importante contra os radicais superóxido, a catalase e o sistema de glutatona que são, igualmente, importantes defesas antioxidantes. Esse equilíbrio entre a produção de EROs e a defesa antioxidante torna-se algo crucial para que seja possível manter a homeostase redox, evitando que haja dano ao organismo (MEDZHITOV, 2008).

A atuação adequada do sistema de defesa antioxidante é de grande relevância para evitar processos inflamatórios exacerbados, uma vez que é observado que na presença de fadiga, ocorre uma resposta inflamatória, que estimula o metabolismo oxidativo, produzindo radicais de oxigênio, objetivando a reparação do dano muscular, mas que, em excesso, pode também agravar a lesão. Isso porque a presença de espécies reativas de oxigênio pode facilitar a infiltração de neutrófilos no músculo, desencadeando uma resposta inflamatória aumentada (GARCÍA; DAOUD, 2002).

Diante de um estado inflamatório, muitos atletas se utilizam de medicamentos anti-inflamatórios não esteroidais. Contudo, embora exista a redução da inflamação, o uso da droga prejudica a fase inicial de cura da lesão, não melhorando, de uma forma geral, a recuperação. Isso sem considerar seus efeitos negativos no organismo a longo prazo. Por essa razão, a utilização de substâncias naturais presentes na alimentação tem se mostrado uma melhor alternativa para a prevenção e supressão da inflamação (McFARLIN et al., 2016).

Vários alimentos têm se revelado benéficos no combate à inflamação. A título exemplificatório, uma das substâncias que pode ser utilizada com esse efeito anti-inflamatório é a curcumina, substância presente na cúrcuma, que, em análise feita em estudos, tem demonstrado que age modificando a sinalização da via ciclooxigenase-2, resultando na redução de citocinas inflamatórias, tais como IL-1, IL-6, IL-8, TNF-alfa e prostaglandina. Esta última, inclusive, age na gravidade da dor, de forma que sua modulação também seria de grande relevância (McFARLIN et al., 2016).

Estudos têm indicado do mesmo modo que a utilização de alimentos fontes de antioxidantes são capazes de minimizar o impacto dos radicais livres, demonstrando uma resposta benéfica contra a peroxidação lipídica causada pelo exercício físico intenso. Além disso, foi notada também uma melhora na resposta imunológica dos atletas e uma diminuição

da injúria muscular. Tal fato decorre da neutralização dos radicais superóxido e redução dos danos celulares produzidos pelo estresse metabólico gerado (HOOREBEKE et al., 2016).

A beterraba foi um dos alimentos que demonstrou como a diminuição dos radicais livres pode ser benéfica ao atleta. O seu consumo aumentou a produção de óxido nítrico, o que gerou um aumento do fluxo sanguíneo e oxigenação das fibras musculares tipo II. Especula-se que suas propriedades antioxidantes melhoraram a vasodilatação em razão da diminuição dos radicais superóxido, mantendo-se o óxido nítrico disponível (HOOREBEKE et al., 2016).

A utilização do pequi, fruto de árvore típica do cerrado brasileiro, que contém vários carotenoides, também foi avaliada por seus efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios em atletas de corrida. A sua ingestão sugeriu efeitos protetores, pois resultou em redução dos danos ao DNA, das lesões teciduais, da peroxidação lipídica, resultados esses verificados pela análise de exames laboratoriais que demonstraram diminuição de Aspartato Aminotransferase (AST), Alanina Aminotransferase (ALT) e Creatina Quinase (CK), sendo estes marcadores de variados tipos de injúria celular e dano induzido pelo exercício físico (MIRANDA-VILELA et al., 2009).

Além desses efeitos, a composição lipídica do óleo de pequi também demonstrou reduzir a pressão arterial e ter efeito contra aterosclerose por evitar o acúmulo de células gordurosas e a disfunção endotelial. Foi notado também a redução do colesterol total pós-prandial e do LDL dos corredores que consumiram o preparo de pequi (MIRANDA-VILELA et al., 2016).

Tratando-se de antioxidantes e anti-inflamatórios, importante mencionar os polifenóis, por apresentarem notavelmente tais características. Os polifenóis, que são todos aqueles compostos fenólicos que possuem mais de um anel aromático em sua composição molecular, todos com pelo menos um grupo hidroxila, são substâncias contidas em espécies vegetais. Seus benefícios estão intimamente ligados aos agentes antioxidantes contidos nesses alimentos, possuindo propriedades captadoras de radicais livres, elevação dos antioxidantes endógenos e quelantes de ferro. Isso porque o ferro pode reagir com lipídeos e conduzir a uma série de reações em cadeia, levando à oxidação da membrana lipídica das células. Além disso, possuem propriedades relaxantes da musculatura lisa, atividade anti-inflamatória e contra toxicidade hepática (GARCÍA; DAOUD, 2002).

Dessa forma, a utilização de polifenóis pelos maratonistas demonstrou eficácia em modular o estresse oxidativo, que em níveis acima do considerado fisiológicos poderia causar redução de desempenho e lesões teciduais. Além disso, verificou-se também que a utilização desses compostos fenólicos pode aumentar a concentração de citocinas anti-inflamatórias (GARCÍA; DAOUD, 2002).

Um polifenol que tem sido bastante utilizado por atletas de *endurance*, demonstrando resultados interessantes é a *Tart Cherry* (TC), cereja azeda em português, por conter forte poder anti-inflamatório e antioxidante. A cereja azeda contém inúmeros fitoquímicos, sendo um deles as antocianinas (VITALE; HUEGLIN; BROAD, 2017). A antocianina está presente nos frutos vermelhos e evita a produção de radicais livres, tendo papel fundamental na prevenção da degeneração das células. Embora a cereja doce também as contenha, as azedas possuem maior concentração, inibindo a dor gerada pela inflamação.

Devido à sua alta concentração de polifenóis, a TC auxilia a reduzir os níveis das dores, dano muscular e acelera a recuperação. Com isso, há uma redução nos marcadores de estresse oxidativo e inflamação. Para indivíduos com exercício intenso que ultrapassem a capacidade natural da produção de radicais livres, a TC pode ser extremamente benéfica. Pesquisas vêm sendo realizadas para avaliar os efeitos da TC como fator antioxidante (VITALE; HUEGLIN; BROAD, 2017).

3. Estudos experimentais acerca dos efeitos de determinados alimentos anti-inflamatórios e suas respostas fisiológicas benéficas aos maratonistas

Conforme supracitado, o exercício de *endurance* induz ao estresse oxidativo e gera maior fadiga muscular, podendo afetar o desempenho do atleta devido à inflamação exacerbada. Os antioxidantes nutricionais, como é o caso da cúrcuma, são importantes para minimizar esses danos. Takahashi et al. (2014) conduziram um estudo com dez indivíduos saudáveis, entre 23 e 30 anos de idade, do sexo masculino. Embora os participantes não fossem atletas profissionais, alguns já tinham o hábito de se exercitar. Cada participante recebeu administração oral de 90 mg de curcumina ou do placebo duas horas antes e imediatamente após realizar teste de uma hora de corrida em esteira. Para medir os níveis de inflamação, amostras de sangue foram coletadas imediatamente após e duas horas após a corrida.

De acordo com a pesquisa, a suplementação de curcumina, quando ingerida antes do exercício, mostrou poder atenuar os marcadores de estresse oxidativo, aumentando a capacidade antioxidante. Em contrapartida, quando ingerida imediatamente após o exercício, a suplementação não mostrou ser eficaz. O estudo não mostrou diferenças significativas nas avaliações de percepção de esforço e nem nos marcadores cardiovasculares (TAKAHASHI et al., 2014).

Devido à sua capacidade antioxidante, a cúrcuma possui também forte poder anti-inflamatório. Indivíduos fisicamente ativos estão familiarizados com a dor muscular de início tardio (DOMS), o que pode acabar limitando a *performance* por dias após o exercício. A DOMS, como o próprio nome diz, é uma dor muscular causada através da rigidez do músculo, que surge várias horas após o exercício. Baseado nisso, Drobic et al. (2014) objetivaram avaliar se a curcumina poderia reduzir os danos musculares causados pelo estresse oxidativo e inflamação relacionados à lesão muscular aguda induzida pelo exercício contínuo excêntrico. A amostra do estudo foi composta por 20 voluntários saudáveis, moderadamente ativos, do sexo masculino, com idade entre 20 a 49 anos. Cada participante recebeu administração oral de 200 mg de curcumina ou do placebo 2 vezes ao dia (café da manhã e jantar). A suplementação foi iniciada 48 horas antes de um teste de corrida em declive em esteira, com duração de 45 minutos, e continuada por 24 horas após o teste. A velocidade média durante os 4 dias de teste foi de 10,9 km/h para os participantes que receberam o placebo e 11,4 km/h para os que foram suplementados com a curcumina.

Os danos musculares gerados pelo estresse oxidativo e inflamação foram coletados após 48 horas em exames laboratoriais e ressonância magnética. Os indivíduos do grupo da curcumina relataram menos dor nos membros inferiores, em comparação com os indivíduos do grupo placebo. Além dos relatos dos participantes, um número significativamente menor de indivíduos no grupo da curcumina teve evidência de lesão muscular em ambas as coxas. Embora a curcumina seja benéfica na prevenção da DOMS, os marcadores de estresse oxidativo não tiveram alteração significativa entre os grupos, não permitindo uma comparação dos efeitos da curcumina e do placebo após teste de corrida na esteira.

Alimentos que contêm nitrato surgiram recentemente com potenciais efeitos ergogênicos para atletas de resistência. O nitrato inorgânico dietético pode ser encontrado em uma variedade de alimentos, incluindo vegetais de folhas verdes e raízes, que é o caso da beterraba. Sua suplementação aguda pode elevar as concentrações de nitrato e nitrito no plasma em até duas horas e meia após a ingestão (CARRIKER et al., 2016). Seu consumo antes de uma prova de corrida pode ser benéfico devido aos seus inúmeros mecanismos de ação.

A resistência cardiorrespiratória é relacionada com a capacidade dos sistemas circulatório e respiratório de fornecer energia durante a atividade de *endurance*. É um fator importante de desempenho nos esportes que o ATP seja ressintetizado pelo metabolismo aeróbico ou pelos processos oxidativos que produzem energia (DOMINGUEZ et al., 2017). Conseqüentemente, a fadiga gerada no músculo pelo exercício seria minimizada.

Com efeitos vasodilatadores, e o aumento do fluxo sanguíneo, o suco de beterraba aumenta os níveis de Óxido Nítrico (NO), estimulando a biogênese mitocondrial e fortalecendo a contração muscular (DOMINGUEZ et al., 2017). Tais funções auxiliam para um efeito ergogênico positivo na saúde cardiovascular, melhorando a *performance* ao retardar o tempo de exaustão do atleta. Sua suplementação pode melhorar a resistência cardiorrespiratória em atletas, aumentando a eficiência e melhorando o desempenho em várias distâncias.

Balsalobre-Fernandéz et al. (2018) analisaram os efeitos fisiológicos, psicológicos e biomecânicos da suplementação com suco de beterraba em 12 corredores de elite de média e longa distância, do sexo masculino, entre 21 e 35 anos de idade. O estudo teve duração de 15 dias e os participantes foram orientados a ingerir 70 ml do suco de beterraba ou placebo durante o café da manhã. Os atletas que consumiram o suco de beterraba duraram mais tempo antes de interromperem, voluntariamente, o teste de corrida da esteira. Houve melhora tanto na percepção de esforço, quanto no tempo de exaustão. Uma possível explicação para isto, é que, durante o exercício, os participantes que consumiram o suco de beterraba tiveram maior porcentagem na saturação de oxigênio em seus músculos. Com isso, o acúmulo de metabólitos relacionados à fadiga ficou limitado e houve redução da PCR, levando a um maior tempo até a exaustão. No entanto, não houve aumento do Volume de Oxigênio Máximo (VO_2 Máx) e nem de força muscular nos atletas. Mais dias de ingestão de suplementação de suco de beterraba rica em nitrato parecem não ter efeito em atletas de elite, diferentemente de atletas amadores.

Carriker et al. (2016) avaliaram os efeitos da suplementação de nitrato, proveniente do suco de beterraba. Em estudo realizado em 4 dias com 11 homens saudáveis, entre idades 23 e 24 anos, participantes de baixa e alta aptidões fizeram testes de corrida em esteiras para avaliar os níveis de oxigênio após corrida em diferentes intensidades. Os indivíduos foram orientados a ingerir, diariamente, 70 ml do suco de beterraba ou placebo, duas horas e meia antes do exercício durante os 4 dias de teste. A velocidade na esteira foi aumentando gradativamente a cada um minuto e meio, até a exaustão dos participantes. Homens com VO_2 Máx abaixo de 65% de seus valores normativos por faixa etária pareceram estar mais propensos de ter o consumo reduzido de oxigênio após suplementação de nitrato durante corrida de baixa a moderada intensidade (abaixo de 60% do VO_2 Máx). Homens de melhor aptidão, com um VO_2 Máx acima de 85% de seus valores normativos por faixa etária, pareceram ter menor redução de oxigênio após suplementação de nitrato quando comparados com indivíduos menos treinados.

A beterraba, além de conter propriedades anti-inflamatórias, também contém uma alta concentração de betalainas, fitoquímicos altamente bioativos. Hoorebeke et al. (2016)

avaliaram os efeitos do único suplemento de betalaína comercialmente disponível, contendo 12,5 mg de betalaínas. O estudo foi realizado em 6 dias, com 13 atletas amadores do sexo masculino, entre 20 e 30 anos de idade. Foram realizados testes de corrida em esteira, com a velocidade aumentando gradativamente a cada dois minutos, até a exaustão. A suplementação de 50 mg da betalaína, nas duas horas e meia antes, e mais 50 mg após o término do exercício, resultou em frequência cardíaca mais baixa, menor percepção de esforço e níveis de lactato sanguíneo significativamente menores na mesma intensidade de exercício. Houve aumento na velocidade dos corredores e, conseqüentemente, redução de tempo no teste de 5 km. A suplementação também contribuiu para uma melhor recuperação dos participantes.

Em estudo realizado com nove participantes saudáveis do sexo masculino, entre 18 a 26 anos de idade, a suplementação de nitrato de 500 ml ao dia, a curto prazo (4 a 6 dias), pareceu ser mais eficaz (LANSLEY et al., 2010). Assim como nos estudos anteriores, foram realizados testes de corrida em esteira, com a velocidade aumentando gradativamente até a exaustão do indivíduo. O uso da suplementação aumentou o tempo de exaustão em corrida de velocidade constante e alta intensidade, promovendo um melhor desempenho no exercício. Ademais, o alto teor de antioxidantes da beterraba é capaz de fornecer proteção contra o estresse oxidativo induzido na corrida.

Outro alimento que demonstrou possuir grandes benefícios para os maratonistas, em razão das suas propriedades antioxidantes e perfil lipídico, foi o óleo de pequi. Um estudo realizado entre agosto de 2007 e abril de 2008, com 75 voluntários do sexo masculino e 49 do sexo feminino, entre 15 e 67 anos de idade, selecionou corredores da cidade de Brasília, que pudessem correr de 4 a 21 km, de acordo com suas condições físicas e de treinamento. Os participantes realizaram duas corridas ao ar livre, com a mesma distância, sob as mesmas condições ambientais, uma antes e outra depois da ingestão de 400 mg de óleo de pequi em cápsula, por 14 dias consecutivos. A dose sugerida considerou a recomendação máxima de vitamina A permitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. O resultado encontrado demonstrou que o uso do óleo de pequi reduziu danos no DNA, injúrias teciduais e diminuiu os danos musculares e a peroxidação lipídica. Houve um decréscimo significativo nos valores de AST, ALT e CK em todas as distâncias após a suplementação com óleo de pequi, demonstrando sua eficiência na proteção contra o estresse oxidativo induzido pelo exercício físico (MIRANDA-VILELA et al., 2009).

Um dado curioso neste estudo foi que os resultados de CK encontrados nos exames das mulheres foi ainda menor que em homens, o que poderia ser explicado pela ajuda do hormônio estrogênio, que possui uma característica antioxidante, também devendo ser levada em

consideração, pois exerce proteção contra os danos do músculo esquelético físico. Outra particularidade encontrada é que o uso do óleo de pequi mostrou-se mais eficiente para os grupos mais jovens e em distâncias de até 10 km, sugerindo-se que a corrida em longa distância pode ser prejudicial, principalmente, para os atletas mais velhos, de forma que mesmo com a utilização de antioxidantes, o estresse oxidativo pode encontrar-se acima da capacidade de adaptação do organismo (MIRANDA-VILELA et al., 2009).

Miranda-Vilela et al. (2010), também realizou um outro estudo, sob as mesmas condições, mas para a análise, dessa vez, do reflexo da utilização do óleo de pequi na anemia esportiva, que ocorre, principalmente em atletas de *endurance*, que costumam apresentar valores hematológicos, como hemácias, hemoglobina e hematócrito de normais a baixos. Sugere-se que tal fato poderia ser decorrente de uma pseudoanemia, que seria uma adaptação para a perda aguda do volume plasmático que ocorreria no início do exercício, ou de hemólise, em razão de trauma mecânico dos capilares dos pés dos corredores. Nesse segundo caso, o extravasamento da hemoglobina e, conseqüentemente do heme contendo ferro, faria que fossem geradas altas taxas de espécies reativas de oxigênio, por reação de Fenton, o que poderia causar lesões celulares.

O resultado dessas análises demonstrou que o óleo de pequi exerceu efeito protetor sobre os glóbulos vermelhos, mostrando valores de RDW retornando aos valores de referência e melhorando as taxas de concentração média de hemoglobina no interior dos glóbulos vermelhos. Dessa forma, demonstrou-se que o óleo de pequi melhorou a capacidade de transporte de oxigênio no sangue devido à oferta de antioxidante, além de reduzir a peroxidação lipídica (MIRANDA-VILELA et al., 2010).

Em uma outra análise promovida por Miranda-Vilela et al. (2016), foi realizado um terceiro estudo, nos mesmos moldes dos dois primeiros, que tinha como objetivo a avaliação da influência do consumo de óleo de pequi em indivíduos corredores com diferentes variabilidades genéticas. O resultado encontrado demonstrou que o perfil lipídico do óleo de pequi, onde há uma elevada quantidade de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e palmítico saturado (SFA), além de carotenoides e vitamina E, de uma forma geral, foi eficiente na redução da inflamação induzida pelo exercício físico, tendo esse fato sido associado não apenas ao seu perfil antioxidante, mas também à quantidade de MUFA e SFA.

O perfil lipídico do pequi também foi correlacionado a uma diminuição de receptor de apolipoproteína B48, que teve como consequência um decréscimo da acumulação de lipídios, da formação de células espumosas, da disfunção endotelial e da aterotrombogênese. Dessa forma, o uso do óleo de pequi demonstrou efeito benéfico na condição cardiovascular dos

atletas, exercendo um efeito protetor quando da sua suplementação (MIRANDA-VILELA et al., 2016).

Para o atleta que convive em constante desgaste muscular e precisa da recuperação acelerada, a cereja é uma ótima opção, pois trata-se de um anti-inflamatório natural, sem riscos e nem efeitos colaterais. Se usado na correta dosagem e periodização, o suco de cereja azeda pode ser o gatilho que os atletas buscam para melhorar seu desempenho. O modo de utilização da *Tart Cherry* (TC), a periodização e a dosagem variam bastante, mas a maior parte dos estudos utiliza de 235 a 355 ml ou 30 ml caso o suco seja concentrado (equivalente a 45 a 60 cerejas), 2 vezes ao dia, 4 a 7 dias antes da prova e 2 a 4 dias pós prova para auxiliar na recuperação (VITALE; HUEGLIN; BROAD, 2017). O pico da antocianina ocorre aproximadamente 2 horas após a ingestão da cereja e é eliminado cerca de 8 horas depois. A ingestão da TC durante o período de treinos é benéfica apenas após treinos muito longos ou muito exaustivos, para auxiliar no cansaço excessivo e nos sintomas de fadiga do atleta. No entanto, sua ingestão diária pode não ser ideal por possivelmente inibir a resposta de adaptação através da ingestão antioxidante excessiva.

Howatson et al. (2010) foi um dos primeiros pesquisadores a medir níveis de inflamação do sangue, estresse oxidativo e dano muscular em atletas. Em estudo realizado com 18 atletas amadores de ambos os sexos, entre 24 a 50 anos de idade, na maratona de Londres, o uso de 235 ml de suco de cereja azeda, 2 vezes ao dia, durante os 5 dias pré prova e 2 dias pós prova, mostrou melhora em diversos marcadores. No grupo do suco de TC a recuperação da força na extensão do joelho foi mais rápida, houve redução nos marcadores inflamatórios IL-6, PCR e ácido úrico, e o estresse oxidativo foi menor, quando comparado ao grupo placebo. O estudo mostrou também um aumento nos níveis exógenos de melatonina na urina, bem como a eficiência e o tempo total do sono. Por vezes, atletas tem o sono prejudicado devido à carga intensa dos treinos ou agendas muito cheias para cumprir tabela de viagens. O uso da TC para esses indivíduos é uma excelente escolha, visando que além de auxiliar no sono, traz efeitos benéficos sobre as inflamações e recuperação muscular.

Em outro estudo, Dimitriou et al. (2015) testaram a mesma estratégia que Howatson et al. (2010), utilizando 235 ml do suco de cereja azeda, 2 vezes ao dia, durante os 5 dias pré prova e 2 dias pós prova. Assim como o estudo anterior, foram constatados níveis significativamente mais baixos de PCR com o uso de TC. Um achado exclusivo deste estudo foi a avaliação dos sintomas do trato respiratório superior (STRS), também na maratona de Londres, com temperatura climática de 7° C. Metade do grupo placebo teve STRS um a dois dias após a maratona. Já no grupo de TC nenhum indivíduo relatou sintomas.

No estudo de Kuehl et al. (2010), realizado com 54 participantes de ambos de sexo, entre 26 a 45 anos de idade, foi destacada a capacidade antioxidante do suco de TC, principalmente por sua quantidade de antocianina. O suco possui efeitos anti-inflamatórios através da inibição de flavonóides das enzimas ciclooxigenase-1 e ciclooxigenase-2, além de seu potencial papel no tratamento da fibromialgia e osteoartrite.

Na análise de Levers et al. (2016), realizada com 27 atletas de ambos os sexos, entre 18 a 25 anos de idade, houve aumento no desempenho com o suco de cereja, onde indivíduos treinados melhoraram seus tempos de meia maratona em 13%. O uso da TC em atletas bem treinados resulta em menos dores na parte inferior da coxa, menores marcadores inflamatórios e aumento da atividade antioxidante.

Fica claro que as antocianinas atuam como antioxidantes e anti-inflamatórios e, portanto, podem melhorar a recuperação do exercício. Os mecanismos pelos quais elas podem melhorar o desempenho do exercício incluem efeitos sobre as vias metabólicas, fluxo sanguíneo e fadiga muscular periférica (D'ANGELO, 2019). No entanto, em geral, os efeitos desses polifenóis no desempenho físico são menos claros.

Outra substância interessante para consumo pelos atletas é gengibre; este, desde culturas antigas, tem sido utilizado para tratar doenças inflamatórias. Foi descoberto que ele possui ativos fenólicos capazes de inibir a ciclooxigenase, 5-lipoxigenase, prostaglandinas e leucotrienos, tendo um bom prognóstico terapêutico com menos efeitos colaterais que os anti-inflamatórios não esteroidais. Dessa forma, um estudo se propôs a investigar os efeitos da administração de gengibre após exercício físico, nos níveis de concentração plasmática de IL-1 beta, IL-6 e TNF-alfa em atletas. Para tanto, foram selecionados 28 atletas de corrida de *endurance* do sexo masculino, entre 19 e 26 anos de idade, isentos de infecção por 6 semanas anteriores ao experimento, livres de doenças respiratórias e sem o uso de qualquer tipo de medicamento, vitamina ou suplementos nutricionais. Apenas os corredores que tivessem treinado por 3 anos, 2 horas por dia, de 4 a 5 vezes por semana foram considerados bem treinados e incluídos no estudo (ZEHS AZ; FARHANGI; MIRHEIDARI, 2014).

Os participantes foram divididos em 2 grupos, um controle e outro experimental, seguindo-se ao início do treinamento, de duração de 12 semanas, que foi elaborado como se estivessem se preparando para competições, tendo os 2 grupos sido submetidos conjuntamente ao mesmo regime de treino. Após completar 6 semanas de treinamento, o gengibre e o placebo foram administrados aos grupos, em doses de 500 mg, 3 vezes ao dia, durante o segundo período de 6 semanas. As amostras de sangue foram coletadas dos 28 participantes 3 dias antes do início

do período de treinamento e após as semanas 6 e 12 (ZEHS AZ; FARHANGI; MIRHEIDARI, 2014).

Os resultados encontrados demonstraram que as sessões intensas de treinamento contínuo podem induzir aumento das citocinas pró-inflamatórias imediatamente após o exercício físico, comprometendo, inclusive, o sistema imunológico. Os níveis de IL-1 beta, IL-6 e TNF-alfa encontraram-se elevados após 6 semanas de treinamento em ambos os grupos, tendo sido contínua essa elevação durante as 12 semanas no grupo controle, com reduções significativas nas concentrações plasmáticas dessas citocinas no grupo experimental, que ingeriu o gengibre (ZEHS AZ; FARHANGI; MIRHEIDARI, 2014).

Dessa forma, considerando que há indicação de que as citocinas pró-inflamatórias exercem grande influência no início da fadiga, nos estágios de doenças e na síndrome da fadiga prolongada, sendo comum o comprometimento do desempenho dos atletas de elite, o uso do gengibre demonstrou ser efetivo na melhora da *performance* dos corredores, ante a diminuição da inflamação muscular, melhora da imunidade e proteção contra infecções (ZEHS AZ; FARHANGI; MIRHEIDARI, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns alimentos apresentam capacidade de atuarem de forma eficaz no controle da inflamação, por meio da redução das citocinas pró-inflamatórias ou no auxílio da defesa antioxidante. Dentre eles, estudos com gengibre evidenciaram efetiva melhora da *performance* dos corredores, ante a diminuição da inflamação muscular, melhora da imunidade e proteção contra infecções.

Além do gengibre, a cereja azeda mostrou resultados promissores para os maratonistas, por possuir efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes, culminando na redução de dores e aceleração na recuperação. Também a cúrcuma, diante da sua capacidade anti-inflamatória, pode contribuir para um reparo muscular mais rápido, devido ao seu potencial de reduzir o dano gerado, melhorando a capacidade funcional nos treinos.

Ademais, verificou-se também que as substâncias antioxidantes, ao atuarem na neutralização das EROs produzidas por indução da inflamação, impedem que ela se agrave, sendo de suma importância o seu consumo para um melhor desempenho dos atletas. Além disso, observou-se o resultado protetor à saúde cardiovascular tanto do óleo de pequi, como do suco de beterraba, tendo este último revelado efeitos vasodilatadores e o aumento do fluxo

sanguíneo, capazes de aumentar os níveis de óxido nítrico e retardar o tempo de exaustão do atleta.

Por meio da presente pesquisa foi possível realizar um levantamento bibliográfico relevante acerca da importância do consumo dos alimentos com ação anti-inflamatória por parte de maratonistas considerando as peculiaridades da modalidade. No entanto, vale ressaltar a necessidade da realização de mais pesquisas voltadas especificamente para maratonistas, para que dessa maneira seja possível elucidar os efeitos diretos dos alimentos nesse público alvo.

REFERÊNCIAS

- Abbott World Marathon Majors*, 2018. Disponível em: <<https://www.worldmarathonmajors.com>> Acesso em: 1 out. 2018.
- Association of International Marathons and Distance Races*: the home of world running, 2018. Disponível em: <<http://aims-worldrunning.org/aims.html>> Acesso em: 26 set. 2018.
- BALSALOBRE-FERNANDÉZ, Carlos et al. The effects of beetroot juice supplementation on exercise economy, rating of perceived exertion and running mechanics in elite distance runners: A double-blinded, randomized study. *PLoS ONE*, Birmingham, v. 13, n. 7, p. s/p., Jul. 2018.
- BEELEN, Milou et al. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *Journal of Physical Activity and Health*, Birmingham, v. s/v., n. s/n., p. s/p., 2010.
- Boston Athletic Association*, 2018. Disponível em: <<https://www.baa.org/>> Acesso em: 1 out. 2018.
- CARRIKER, Colin R. et al. Nitrate-containing beetroot juice reduces oxygen consumption during submaximal exercise in low but not high aerobically fit male runners. *Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry*, USA, v. 20, n. 4, p. 27-34, dez. 2016.
- D' ANGELO, Stefania. *Polyphenols and Athletic Performance: A Review on Human Data*. Napoli, IntechOpen, v. s/v., n. s/n., p. s/p., 2019.
- DIMITRIOU, Lygeri et al. Influence of a Montmorency cherry juice blend on indices of exercise-induced stress and upper respiratory tract symptoms following marathon running – a pilot investigation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, USA, v. 12, n. 22, p. s/p., 2015.
- DOMINGUEZ, Raul et al. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. *Nutrients*. Basel, v. 9, n. 1, p. s/p., jan. 2017.
- DROBNIC, Franchek et al. Reduction of delayed onset muscle soreness by a novel curcumin delivery system (Meriva): a randomised, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, USA, v. 11, n. 31, p. s/p., 2014.
- EBERLE, Suzanne. *Endurance Sports Nutrition*. 3. ed. Champaign: Human Kinetics, 2014.
- EWELINA, Pankanin. Overreaching and overtraining syndrome – causes, symptoms, diagnostics and prevention. *Journal of Education, Health and Sport*, Bydgoszcz, v. 8, n. 7, p. 424-429, jul. 2018.
- FILHO, Sérgio Xavier. *BOSTON: a mais longa das maratonas*. Porto Alegre: Arquipelago, 2018.

GARCIA, J.A.V.; DAOUD, R. Efeitos dos antioxidantes fenólicos na prática desportiva. *Fitness & Performance Journal*, v. 1, n. 4, p. 21-27, 2002.

HOOREBEKE, Justin S. Van et al. Betalain-Rich Concentrate Supplementation Improves Exercise Performance in Competitive Runners. *MDPI*, v. 4, n. 40, p.s/p., jul. 2016.

HOWATSON, G. et al. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, UK, v. 20, n. s/n., p. 843-852, jun. 2010.

JEUKENDRUP, Asker E. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences*, Birmingham, v. 29, n. S1, p. S91-S99, ago. 2011.

JEUKENDRUP, Asker E. Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Med*, v. 47, n. 1, p. S51-S63, mar. 2017.

KUEHL, Kerry S. et al. Efficacy of tart cherry juice in reducing muscle pain during running: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, USA, v. 7, n. 17., p. s/p., 2010.

KUPRASH, D.V.; NEDOSPASOV, S.A. Molecular and Cellular Mechanisms of Inflammation. *Biochemistry*, Moscow, v. 81, n. 11, p. 1237-1239, 2016.

LANSLEY, Katherine E. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. *J Appl Physiol*, v. 110, n. s/n., p. 591-600, nov. 2010.

LEVERS, Kyle et al. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on acute endurance exercise performance in aerobically trained individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, USA, v. 13, n. 22, p. s/p., 2016.

McFARLIN, Brian K. et al. Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with bioavailable curcumin. *BBA Clinical*, Denton, v. s/v., n. s/n., p. 72-78, fev. 2016.

MEDZHITOV, Ruslan. Origin and physiological roles of inflammation. *Nature*, EUA, v. 454, n. 7203, p. 428-435, 2008.

MIRANDA-VILELA, A.L. et al. Dietary carotenoid-rich oil supplementation improves exercise-induced anisocytosis in runners: influences of haptoglobin, MnSOD (Val9Ala), CAT (21A/T) and GPX1 (Pro198Leu) gene polymorphisms in dilutional pseudoanemia ("sports anemia"). *Genetics and Molecular Biology*, Brasil, v. 33, n. 2, p. 359-367, 2010.

MIRANDA-VILELA, A.L. et al. Dietary carotenoid-rich pequi oil reduces plasma lipid peroxidation and DNA damage in runners and evidence for an association with MnSOD genetic variant -Val9Ala. *Genetics and Molecular Research*, Brasil, v. 8, n. 4, p. 1481-1495, 2009].

MIRANDA-VILELA, Ana Luisa; RIBEIRO, Ieler; GRISOLIA, Cesar. Association between interleukin 6 -174 G/C promoter gene polymorphism and runners' responses to the dietary ingestion of antioxidant supplementation based on pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oil: a before-after study. *Genetics and Molecular Biology*, Brasil, v. 39, n. 4, p. 554-566, 2016.

PANAHI, Yunes et al. Curcuminoid Treatment for Knee Osteoarthritis: a randomized double-blind placebo-controlled Trial. *Phytother. Res.*, Nova Jersey, v. 28, n. s/n., p. 1625-1631, mai. 2014.

PETERSEN, Anne Marie; PEDERSEN, Bente. The Anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 98, n. 4, p. 1154-1162, 2005.

PUGGINA, Enrico et al. Efeitos do treinamento e de uma prova de triathlon em indicadores de lesão muscular e inflamação. *Revista Brasileira de Ciência do Esporte*, Porto Alegre, v. 38, n. 2, p. s/p., jun. 2016.

RUIZ, Juana; SÁNCHEZ, Pilar. Oxidative Stress and Antioxidant Defenses Induced by Physical Exercise. *IntechOpen*, v. s/v., n. s/n., p. s/p., 2015.

SHNEIDER, Cláudia Dornelles; OLIVEIRA, Alvaro Reischak. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. s/p., 2004.

SILVA, Fernando; MACEDO, Denise. Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, São Paulo, v. 13, n.4, p. 320-328, 2011.

SOUTINHO, Susana et al. Evolução dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante durante a maturação de frutos vermelhos (framboesa, groselha e mirtilo) de produção biológica. *Anais do VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas*, Madrid, 2013.

TAKAHASHI, M. et al. Effects of Curcumin Supplementation on Exercise-Induced Oxidative Stress in Humans. *Int J Sports Med*, v. 35, n. 06, p. 469-475, 2014.

TIDBALL, James. Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, EUA, v. 288, s/n, p. 345-353, 2005.

URSO, Maria; CLARKSON, Priscilla. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology*, USA, v.189, n.1-2, p.41-54, 2003.

VANCINI, Rodrigo et al. Influência do Exercício Sobre a Produção de Radicais Livres. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, Florianópolis, v. 10, n. 2, p.47-58, 2005.

VARELLA, Dráuzio. *Correr: o exercício, a cidade e o desafio da maratona*. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

VITALE, Kenneth C.; HUEGLIN, Shawn, BROAD, Elizabeth. Tart Cherry Juice in Athletes. *Nutrition and Ergogenic Aids*, Michigan, v. 16, n. 4, p. 230-239, ago. 2017.

ZEHSAZ, Farzad; FARHANGI, Negin; MIRHEIDARI, Lamia. The effect of Zingiber officinale R. Rhizomes (ginger) on plasma pro-inflammatory cytokine levels in well-trained male endurance runners. *Centr. Eur. J. Immunol.* Iran, v. 39, n. 2, p. 174-180, 2014.