

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO**

**DEBORA VITÓRIA OLIVERIA COSTA**

**O CONSUMO DO AÇAÍ PARA DIMINUIÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO: UMA  
REVISÃO INTEGRATIVA**

João Pessoa  
2024

DEBORA VITÓRIA OLIVEIRA COSTA

**O CONSUMO DO AÇAÍ NA DIMINUIÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO: UMA  
REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para aquisição do título de Bacharel em Nutrição. Orientador: Prof<sup>o</sup>.Dr<sup>o</sup>. Alexandre Coelho Serquiz

João Pessoa

2024

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C837c Costa, Debora Vitória Oliveira.

O Consumo do açaí na diminuição do estresse oxidativo : uma revisão integrativa / Debora Vitória Oliveira Costa. - João Pessoa, 2024.

36 f. : il.

Orientador : Alexandre Coelho Serquiz.  
TCC (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Antioxidantes. 2. Exercício físico. 3. Polifenóis. I. Serquiz, Alexandre Coelho. II. Título.

UFPB/CCS

CDU 678.048

DEBORA VITÓRIA OLIVEIRA COSTA

**O CONSUMO DO AÇAÍ PARA DIMINUIÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO APÓS  
SESSÃO DE TREINAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Aprovado em 30 de Abril de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

*AC Serquiz*

---

**Prof. Dr. Alexandre Coelho Serquiz**  
Universidade Federal da Paraíba  
Orientadora

*Pamela R. martins lins*

---

**Prof. Dr. Pamela Rodrigues Martins Lins**  
Universidade Federal da Paraíba  
Examinador

*Rafaela*

---

**Rafaela Lira Formiga Cavalcanti de Lima**  
Universidade Federal da Paraíba  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, por sempre guiar meus caminhos e acalmar meu coração nos momentos mais turbulentos. Toda honra e glória a ele, pois se cheguei até aqui foi pelo poder do seu nome.

Aos meus pais, Jaqueline Costa de Oliveira e Cláudio José da Costa, por acreditarem na minha dedicação e me ajudarem nessa longa caminhada. Vocês são tudo para mim, muito obrigada por tudo.

Ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba, Campos I, na cidade de João Pessoa, e a todos os professores que tive o prazer de ser aprendiz. Vocês fizeram parte da minha vida acadêmica e do meu desenvolvimento como profissional, minha eterna gratidão.

Por fim, quero agradecer a todos os meus amigos e familiares que estiveram comigo ao longo desse ciclo, que foram incentivadores e apoiadores nos momentos que mais precisei, e que fizeram desses 4 anos de curso mais leve.

“A persistência é o menor caminho do êxito”  
(Charles Chaplin)

## RESUMO

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto nativo brasileiro, derivado do açaizeiro, encontrado em maior parte na floresta amazônica. Alguns estudos já indicam a possibilidade de o açaí fazer parte dos grupos dos alimentos funcionais, devido ao alto teor dos polifenóis, principalmente das antocianinas, apresentando diversas propriedades – anti-inflamatória e farmacológica - associadas ao combate de doenças desencadeadas por espécies reativas de oxigênio (EROS). O presente estudo tem por objetivo analisar a influência do açaí na diminuição do estresse oxidativo causado pelo exercício físico. Foi feita uma revisão integrativa utilizando três bases de dados: National Library of Medicine (NIH/PubMed), Brasil Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde (BVS), com os descritores “açaí”, “euterpe”, “exercício físico”, “atividade física” e “estresse oxidativo”, utilizando o operador booleano “and” no mês de dezembro de 2023. Foram incluídos artigos publicados nos últimos 5 anos, de texto completo gratuito e excluídos artigos de revisão sistemática e que não se enquadravam no tema. Após o uso dos critérios e leitura dos trabalhos, foram selecionados 7 artigos. O acúmulo de EROS pode promover a formação do estresse oxidativo, e conseqüentemente propiciar a elevação dos níveis de peroxidação, causando mau funcionamento de membranas celulares; obstrução da função ou lesões ao esqueleto celular; disfunção do sistema imune; danos à organelas como a mitocôndria e ao DNA aumentando a propensão a tumores e cânceres; mudança na estrutura e função ou até desnaturação de proteínas; inibição da contractilidade em fibras musculares e agravamento de estados como diabetes mellitus tipo 2, envelhecimento, inflamações, doenças cardiovasculares. Com isso, foram avaliados nos artigos a melhoria da capacidade antioxidante, redução do estresse oxidativo e diminuição dos marcadores de dano muscular devido ao uso do açaí em ambientes favoráveis ao acúmulo de EROS - doenças e prática constante de exercício físico, em especial o aeróbico -. Conclui-se que a utilização dietética do açaí em atletas após sessão de treinamento, é capaz de reduzir os danos musculares induzidos pelo exercício, melhorar o desempenho, diminuir os marcadores de estresse oxidativo e de dano muscular, além de ajudar na recuperação.

Palavras-chave: antioxidantes; exercício físico; polifenóis.

## ABSTRACT

Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) is a native Brazilian fruit, derived from the açaí tree, found mostly in the Amazon rainforest. Some studies already indicate the possibility of açaí being part of the functional food groups, due to the high content of polyphenols, mainly anthocyanins, presenting several properties – anti-inflammatory and pharmacological – associated with combating diseases triggered by reactive oxygen species (EROS). The present study aims to analyze the influence of açaí on reducing oxidative stress caused by physical exercise. An integrative review was carried out using three databases: National Library of Medicine (NIH/PubMed), Brasil Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Virtual Health Library of the Ministry of Health (VHL), databases with the descriptors “açaí”, “euterpe”, “physical exercise”, “physical activity” and “oxidative stress”, using the Boolean operator “and” in the month of December 2023. Articles published in the last 5 years, with free full text, were included and systematic review articles and articles that did not fit the theme. After using the criteria and reading the works, 7 articles were selected. The accumulation of ROS can promote the formation of oxidative stress, and consequently increase peroxidation levels, causing cell membranes to malfunction; obstruction of function or damage to the cellular skeleton; immune system dysfunction; damage to organelles such as mitochondria and DNA, increasing the propensity for tumors and cancers; change in structure and function or even denaturation of proteins; inhibition of contractility in muscle fibers and worsening of conditions such as type 2 diabetes mellitus, aging, inflammation, cardiovascular diseases. Therefore, the articles evaluated the improvement of antioxidant capacity, reduction of oxidative stress and reduction of markers of muscle damage due to the use of açaí in environments favorable to the accumulation of ROS - diseases and constant practice of physical exercise, especially aerobic -. It is concluded that the dietary use of açaí in athletes after a training session is capable of reducing muscle damage induced by exercise, improving performance, reducing markers of oxidative stress and muscle damage, in addition to helping with recovery.

Keywords: antioxidants; physical exercise; polyphenols.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1 AÇAI (EUTERPE OLERACEA) .....	11
2.2 EFEITO ANTIOXIDANTE.....	13
2.3 EXERCÍCIO FÍSICO .....	16
2.4 ESTRESSE OXIDATIVO .....	18
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>19</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto nativo brasileiro, derivado do açazeiro, encontrado em maior parte na floresta amazônica. Este fruto é visto como herança dos povos indígenas e possui diversas formas de apreciação, normalmente modificada de região para região do país e de acordo com sua finalidade, podendo ser consumido como, por exemplo, nas formas de geleias, licor, polpa congelada, xarope, pó, creme e sorvetes (Darnet *et al.*, 2011; Yamaguchi *et al.*, 2015).

Possui um riquíssimo valor nutricional, dentre os principais nutrientes encontrase uma grande presença de carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e minerais, sendo elas: vitamina C (ácido ascórbico), vitamina B1 (tiamina) e B2 (riboflavina), ferro, fósforo e cálcio (Salma; Maia, 2019), além de diversos fitoquímicos e compostos bioativos – como os polifenóis, da classe dos flavonoides, em destaque as antocianinas (Oliveira; Costa; Rocha, 2015)

Devido ao fruto apresentar essas propriedades físico-químicas, foi notado um poder antioxidante que pode inibir ou diminuir os efeitos desencadeados pela presença de radicais livres no corpo. Estudos já indicam a possibilidade de o açaí fazer parte dos grupos dos alimentos funcionais (Pozo-Insfran; Brenes; Talcott, 2004; Oliveira; Costa; Rocha, 2015), de tal forma que o alto teor dos polifenóis o torna uma das cinco frutas com maior potencial antioxidante, apresentando diversas propriedades – anti-inflamatória e farmacológica - associadas ao combate de doenças desencadeadas por EROS (Kang *et al.*, 2010; Pozo-Insfran; Brenes; Talcott, *et al.*, 2006; Pacheco-Palência *et al.*, 2008).

No entanto, as EROS não são produzidas apenas em situações de doenças. Durante a prática física, por exemplo, a contração muscular leva à produção de EROS que desempenham um papel importante no metabolismo muscular (Myburgh, 2014). Porém, a sua superprodução pode causar danos celulares, desencadeando processos inflamatórios e levando o indivíduo à fadiga muscular (Gelabert-Rebato *et al.*, 2019). Portanto, manter o equilíbrio entre a produção e a eliminação de EROS é extremamente importante para a homeostase celular e o desempenho do atleta.

Com isso, o açaí pode ser considerado um grande aliado na dieta dos desportistas - que formam constantemente as EROS -, atuando na parte preventiva, reduzindo os danos causados pelo estresse oxidativo, diminuindo a quantidade de

EROS; além de manter o equilíbrio redox, sem a necessidade fisiológica de aumentar a atividade das enzimas antioxidantes (Silva *et al.*, 2021)

Logo, sabendo dos benefícios que o açaí possui em sua composição química, pode-se considerá-lo uma valiosa opção na dieta, principalmente dos atletas ou simpatizantes do esporte. Com isso, o presente estudo tem por objetivo analisar a influência do açaí na diminuição do estresse oxidativo, e seus benefícios no uso em atletas pós sessão de treinamento

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA)

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma fruta exótica originária da América Central e do Sul, considerado como a palmeira mais produtiva que cresce nas várzeas da região amazônica (Muñiz-Miret *et al.*, 1996), onde é consumido como um alimento básico nessa região do Brasil.

O fruto do açazeiro tem uma forma globosa, de 1 a 2 cm de diâmetro, e peso médio de 1,5 gramas; dependendo do tipo e da maturação, o epicarpo é roxo ou verde, porém seu consumo não ocorre na forma in natura, necessitando ser processado (Rogez *et al.*, 2011). É caracterizado como uma baga globosa, fibrosa com 0,5 cm de diâmetro, de cor pardo-violácea, contendo uma polpa oleaginosa e comestível, a semente possui o endocarpo duro e fibroso. Quando completamente maduro, é recoberto por uma capa branco-acinzentada (Santos *et al.*, 2008).

O grau de maturidade do açaí também é importante quanto a atividade biológica dos seus pigmentos. A polpa verde, apresenta menor número de pigmentos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante em relação à polpa madura que tem a quantidade máxima desses pigmentos (Cruz *et al.*, 2008). Devido aos diferentes procedimentos utilizados para o preparo da polpa, como, por exemplo, a água adicionada ao produto, o teor de fitoquímicos na polpa de fruto pode variar significativamente; além disso, as condições climáticas, a variedade, a colheita e a fase de amadurecimento também podem influenciar no conteúdo dos fitoquímicos em alimentos (Gordon *et al.*, 2012).

Este fruto é visto como herança dos povos indígenas e possui diversas formas de apreciação, normalmente modificada de região para região do país e de acordo com sua finalidade, podendo ser consumido como, por exemplo, nas formas de geleias, licor, polpa congelada, xarope, pó, creme e sorvetes (Darnet *et al.*, 2011; Yamaguchi *et al.*, 2015), além de serem servidos como coadjuvantes em pratos principais em alguns estados do Brasil.

O Brasil é considerado o país que mais produz, consome e exporta o açaí, e as indústrias, visando a manutenção e ampliação do mercado do fruto, estão investindo não só no cultivo, mas também na qualificação da mão de obra. Com o crescimento do mercado, esse produto passou a ser consumido também nas grandes capitais brasileiras, atingindo até alguns países, como Japão, China e Estados Unidos. O estado do Pará é produtor de 95% do açaí destinado para todo o Brasil, movimentando cerca de R\$1,5 bilhões de reais, sendo São Paulo o principal destino das importações. Estes números caracterizam a grande demanda de pessoas que estão aderindo ao consumo da fruta na sua dieta cotidiana (Sauma; Maia, 2019).

A polpa do açaí possui baixo teor de açúcar e não é considerada uma boa fonte de carboidratos, mas é rica em lipídios, com altos teores de ácidos graxos insaturados (ácidos oleico e linoléico), fitoesteróis ( $\beta$ -sitosterol) e fibra alimentar. Além de apresentar em sua composição vitaminas e minerais, sendo elas: vitamina C (ácido ascórbico), vitamina B1 (tiamina) e B2 (riboflavina), ferro, fósforo e cálcio (Sauma; Maia, 2019).

No entanto, a riqueza do açaí não deriva apenas da sua composição de macro e micronutrientes, mas tem relação com a presença de algumas moléculas, onde a de maior destaque é o grupo das antocianinas (Oliveira; Costa; Rocha, 2015). Entre as principais antocianinas presentes no açaí destacam-se a cianidina 3-glucosídeo e cianidina 3-rutinosídeo, como as mais predominantes, segundo análise cromatográfica (Moura; Resende, 2016; Pacheco-Palência *et al.*, 2009). Além das próprias antocianinas, outras substâncias importantes como compostos fenólicos e flavonoides também contribuem para o efeito farmacodinâmico do açaí (Santos, 2019).

Devido ao fruto apresentar essas propriedades físico-químicas, foi notado um poder antioxidante, que pode inibir ou diminuir os efeitos desencadeados pela presença dos radicais livres no corpo. Estudos já indicam a possibilidade de o açaí fazer parte dos grupos dos alimentos funcionais (Pozo-Insfran; Brenes; Talcott, 2004;

Rocha *et al.*, 2015), de tal forma que o alto teor dos polifenóis o torna uma das cinco frutas com maior potencial antioxidante, apresentando diversas propriedades – antiinflamatória e farmacológica – associadas ao combate de doenças desencadeadas por espécies reativas de oxigênio (EROS) (Kang *et al.*, 2010; Pozo-Insfran; Brenes; Talcott, 2006; Pacheco-Palência *et al.*, 2008).

Interligado a isto, a suplementação dietética com compostos nutricionais bioativos, como os polifenóis, aumentou nos últimos anos devido à sua capacidade antioxidante, reduzindo os danos musculares induzidos pelo exercício e melhorando o desempenho (Myburgh, 2014). Com isso, o consumo de polpa de açaí vem aumentando entre os praticantes de exercício físico (Carvalho-Peixoto *et al.*, 2015; Terrazas *et al.*, 2020), como estratégia para obter melhora no desempenho físico ou para acelerar o processo de recuperação (Baltazar-Martins *et al.*, 2019), com a redução das EROS.

## 2.2 EFEITO ANTIOXIDANTE

Os antioxidantes são definidos como qualquer substância que, presente em menores concentrações que as do substrato oxidável, seja capaz de atrasar ou inibir a oxidação deste de maneira eficaz. Ou seja, são compostos que atuam inibindo e /ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres, e com isso combate os processos oxidativos tendo menores danos ao DNA e às macromoléculas, amenizando assim os danos cumulativos que podem desencadear doenças como o câncer e cardiopatias (Schauss *et al.*, 2006).

Eles são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque aos lipídeos, aos aminoácidos das proteínas, à dupla ligação dos ácidos graxos poliinsaturados e às bases do DNA, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular. Há evidências de que a diminuição dos níveis de antioxidantes no plasma pode promover a formação de radicais livres (Halliwell; Whiteman, 2004).

Sendo assim, a produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos culminou no desenvolvimento de mecanismos de defesa antioxidante. Estes têm o objetivo de limitar os níveis intracelulares de tais espécies reativas e controlar a ocorrência de danos decorrentes (Shami; Moreira, 2004). O sistema de

defesa antioxidante tem o objetivo primordial de manter o processo oxidativo dentro dos limites fisiológicos e passíveis de regulação, impedindo que os danos oxidativos se amplifiquem, culminados em danos sistêmicos irreparáveis.

No entanto, o sistema de defesa antioxidante tem a função de inibir e/ou reduzir os danos causados pela ação deletéria dos radicais livres. Tais ações podem ser alcançadas por meio de diferentes mecanismos de ação: impedindo a formação dos radicais livres (sistemas de prevenção), impedindo a ação desses (sistemas varredores) ou, ainda, favorecendo o reparo e a reconstituição das estruturas biológicas lesadas (sistemas de reparo) (Emmert; Kirchner, 1999).

Usualmente, esse sistema é dividido em enzimático e não-enzimático. O primeiro inclui as enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT) e a glutathione peroxidase (GPx) que reagem com os compostos oxidantes e protegem as células e os tecidos do estresse oxidativo (Traber, 1997). Já o sistema não enzimático inclui compostos sintetizados pelo organismo como bilirrubina, ceruloplasmina, hormônios sexuais, melatonina, coenzima Q, ácido úrico, e outros, ingeridos por meio da dieta regular ou via suplementação como ácido ascórbico, alfa-tocoferol, betacaroteno e grupos fenóis (Schneider; Oliveira, 2004).

Entretanto, as EROS são formadas continuamente em pequenas quantidades pelos processos normais do metabolismo, e todas as células possuem mecanismos para mitigar seus efeitos agressores. No entanto, a composição das defesas antioxidantes difere entre os tecidos, os tipos de célula, e entre as células de um mesmo tecido (Halliwell; Whiteman, 1999)

Em condições fisiológicas, os organismos aeróbicos metabolizam 85% a 90% do oxigênio (O<sub>2</sub>) consumido na mitocôndria, por meio da cadeia transportadora de elétrons. Os restantes 10% a 15% são utilizados por diversas enzimas oxidases e oxigenases e, ainda, por reações químicas de oxidação direta (Schneider; Oliveira, 2004).

Na mitocôndria, o O<sub>2</sub> sofre redução tetravalente, com participação da citocromo oxidase como enzima catalisadora, resultando na formação de água (Koury; Donangelo, 2004). A ação da citocromo oxidase controla a geração de radicais livres, impedindo sua geração excessiva na mitocôndria. No entanto, cerca de 2% a 5% do oxigênio metabolizado nas mitocôndrias são desviados para outra via metabólica, e reduzidos de forma univalente, dando origem aos radicais livres, gerando o superóxido

(O<sub>2</sub><sup>-</sup>), a hidroxila (OH<sup>-</sup>) e, ainda, o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (Schneider; Oliveira, 2004).

Contudo, o sistema enzimático começa atuar, quando as enzimas CAT e GPx impedem o acúmulo de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), catalisando-o até a formação de água (Duarte; Jones, 2007). Tal ação integrada é de grande importância, uma vez que essa espécie reativa, por meio das reações de Fenton e Haber-Weiss, mediante a participação dos metais ferro e cobre, culmina na geração do radical OH•, contra o qual não há sistema enzimático de defesa (Koury; Donangelo, 2003).

Porém, a atividade das enzimas em questão muitas vezes depende da participação de cofatores enzimáticos, especialmente antioxidantes de origem dietética (Ferreira; Matsubara, 1997). Tais co-fatores podem diferir de acordo com os compartimentos celulares de ação das enzimas. A SOD pode ser encontrada sob duas formas: no citoplasma, é dependente de cobre e zinco (SOD-Cu/Zn), enquanto na mitocôndria, necessita do manganês como co-fator (SOD-Mn). A GPx também existe sob duas formas: dependente e independente de selênio e pode apresentar-se no citoplasma ou na mitocôndria (Green; Brand; Murphy, 2004).

Por isso, além dos efeitos protetores dos antioxidantes endógenos, a inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância (Pompella, 1997), já que nos alimentos são encontradas uma grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergismo na proteção de células e tecidos (Jacob, 1995; Niki *et al.*, 1995; Hercberg *et al.*, 1998).

Nos últimos anos, a ciência da nutrição tem alcançado o reconhecimento mundial por enfatizar a importância da alimentação saudável na promoção da saúde das populações. Além de fornecer subsídios para o planejamento da alimentação e a utilização adequada do alimento como promotor da saúde, tende a reduzir o risco de agravos e buscar a melhoria do estado de saúde (Reis; Vasconcelos; Barros, 2011).

Compostos dietéticos como os polifenóis podem desempenhar um papel importante na melhoria do status antioxidante porque são capazes de neutralizar as EROS, atuando como moduladores enzimáticos (Lodovici *et al.*, 2001). Na presença de todo esse arsenal, vários estudos vêm se dedicando à investigação dos prováveis efeitos da suplementação de substâncias antioxidantes na melhora do desempenho e na redução do estresse oxidativo causado pelo exercício, porém ainda existem controvérsias (Urso; Clarkson, 2003).

No geral, diversas pesquisas têm sido realizadas analisando o consumo de alimentos potencialmente antioxidantes por corredores, ciclistas, remadores e atletas de outras modalidades, tendo resultados positivos com diminuições dos níveis de marcadores de estresse oxidativo e fortalecimento do potencial antioxidante (Lodovici *et al.*, 2001).

Diante do exposto, alimentos ricos em nutrientes antioxidantes têm sido considerados possíveis estratégias de prevenção de lesões entre praticantes de exercício, por possuir elevada capacidade de combate aos radicais superóxido e peróxido, apresentando propriedades antiflogísticas e potencial para redução da lesão tecidual (Cuzzocrea *et al.*, 2001).

### 2.3 EXERCÍCIO FÍSICO

O esporte e a atividade física chegaram ao século XIX acompanhando as transformações políticas e sociais, demonstrando, desde então, uma tendência a servir como uma tela de projeção da dinâmica social (Rubio, 2006). Ele traz inúmeros benefícios ao praticante, que vão desde a melhora do perfil lipídico até a melhora da autoestima (Tofler; Mittleman; Muller, 1996). Além disso, representa um fator importante para o desenvolvimento humano e a promoção da saúde (OMS, 2020).

Segundo Clarkson e Thompson (2000), ao realizar um exercício a estrutura muscular sofre microlesões, ocasionando assim uma resposta inflamatória, juntamente com a liberação de creatina quinase (CK) na corrente sanguínea, sendo esta um parâmetro utilizado como marcador de lesões (Vaczi *et al.*, 2011).

A lesão muscular pode ser identificada por meio do aumento das concentrações de proteínas citosólicas no líquido extracelular, visto que sem comprometimento da estrutura da membrana, essas proteínas não atravessariam. Com a fragilização e ruptura da membrana plasmática, devido ao dano muscular, ocorre extravasamento de proteínas específicas para o meio extracelular (Puggina *et al.*, 2015), como a CK, a desidrogenase láctica (LDH), aspartatoaminotransferase (AST) e a mioglobina (Faria, 2016). Porém, dentre elas, a CK é destacada, pois, além de ser o biomarcador que mais apresenta variações entre o pré e pós-exercício, sua análise apresenta reduzido custo (Mello; Vichetti; Vendrusculo, 2016).

Com isso, após o exercício neutrófilos são rapidamente mobilizados para a circulação, e invadem o tecido muscular danificado, sendo substituídos por macrófagos em até 24h após exercício. Nesse cenário, ocorre produção de citocinas pró-inflamatórias no local da microlesão, sendo importantes para a remoção de fragmentos de músculo danificado (Cheung; Hume; Maxwell, 2003; Peake; Nosaka; Suzuki, 2005; Tidball, 2005). Iniciando, dessa forma, um processo de invasão de células inflamatórias, que podem permanecer por dias ou semanas após a lesão no músculo, decorrente da reparação e regeneração muscular (Tidball, 2005).

Contudo, a prática extenuante de exercício físico também tem demonstrado elevar significativamente o volume de oxigênio total consumido (Zoppi *et al.*, 2003) devido à realização da tensão mecânica. No entanto, sabe-se que cerca de 2 a 5% do oxigênio consumido por humanos originam as EROs, como: oxigênio singlete ( $O_2$ ), ânion superóxido ( $O_2^-$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e radical hidroxila (HO) (Souza; Fernandes; Cyrino, 2006), que desempenham um papel importante no metabolismo muscular (Myburgh, 2014) e na sua adaptação ao exercício, regulando a sensibilidade à insulina, vasodilatação, biogênese mitocondrial, resposta imune e sinalização do fator de crescimento (Merry; Ristow, 2016).

Entretanto, a superprodução de EROs durante a atividade física pode causar danos celulares, desencadear processos inflamatórios, levar à fadiga muscular (Gelabert-Rebato *et al.*, 2019), e gerar a instalação de uma situação danosa denominada 'estresse oxidativo' (Evans; Omaye, 2017).

Todavia, o exercício de endurance, definido como atividade contínua, prolongada e intensa, apresenta o  $O_2$  como relevante componente na geração de energia utilizada por seus praticantes. Desta forma, a produção de EROs nesse tipo de exercício tem se mostrado superior, quando comparada àquela observada entre praticantes de exercícios que utilizam predominantemente sistemas anaeróbios de produção de energia (Alves; Deresz, 2015). Com isso, os atletas ligados a modalidades aeróbias sofrem mais as consequências da presença de espécies reativas de oxigênio, como a formação do estresse oxidativo.

Assim, como forma de aumentar as reservas corporais de enzimas capazes de neutralizar as EROs - SOD, CAT, GPx - (Emmert; Kirchner, 1999), e evitar os efeitos deletérios do estresse oxidativo, muitos profissionais de saúde têm considerado e recomendado o uso de suplementação com antioxidantes, para melhorar a saúde, a

recuperação após o exercício e o equilíbrio do excesso oxidativo (Schneider; Oliveira, 2004).

## 2.4 ESTRESSE OXIDATIVO

A geração de radicais livres constitui, por excelência, um processo contínuo e fisiológico, cumprindo funções biológicas relevantes. Eles são produzidos naturalmente em nosso organismo por meio de processos metabólicos oxidativos e, muitas vezes, são de extrema utilidade, como nas situações em que há necessidade de ativação do sistema imunológico, na desintoxicação de drogas e na produção do fator relaxante, derivado do endotélio, o óxido nítrico (Schneider; Oliveira, 2004), além de possibilitar a geração de ATP (energia), por meio da cadeia transportadora de elétrons; fertilização do óvulo; ativação de genes; e participação de mecanismos de defesa durante o processo de infecção (Shami; Moreira, 2004)

As EROS, conhecidas como radicais livres, são componentes químicos que apresentam um ou mais elétrons desemparelhados, que reagem com proteínas, lipídios, carboidratos e ácidos nucleicos, oxidando-os. As fontes de radicais livres podem ser endógenas (metabolismo do oxigênio, fagocitose, apoptose ou coagulação) ou então exógenas (cigarros, drogas, dieta, exercício extenuante, pesticidas, ozônio, nitrogênio, dióxido sulfúrico, raio X e luz ultravioleta) (Emmert; Kirchner, 1999). Os radicais livres em humanos podem incluir radicais hidroxil, ânions superóxidos, peróxidos de hidrogênio e a molécula simples do oxigênio (Guimarães; Vianna, 2013).

A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos - metabolismo de oxigênio - culminou no desenvolvimento de mecanismos de defesa antioxidante. Esses sistemas antioxidantes naturais, no entanto, podem ser sobrecarregados, causando um acúmulo agudo de ERO conhecido como estresse oxidativo (OS) (McBride; Kraemer, 1999; Sen; Packer, 2000), resultando em dano tecidual ou na produção de compostos tóxicos ou danosos aos tecidos, como o malonaldeído (SIES, 1986), implicado na fadiga do exercício, na perda de função com o envelhecimento e em vários processos de doenças (Alessio *et al.*, 2000; Clarkson; Thompson, 2000; Lambert; Yang, 2003; McBride; Kraemer, 1999; Sen; Packer, 2000).

A oxidação pode alterar a estrutura molecular e, posteriormente, sua função. É estimado que o DNA humano receba, a cada dia, cerca de 10 mil impactos oxidativos, indicando que o OS é onipresente (Emmert; Kirchner, 1999).

O acúmulo dos radicais livres e o OS trazem consigo diversas consequências, como por exemplo: elevação dos níveis de peroxidação, causando mau funcionamento de membranas celulares (Zoppi *et al.*, 2003); obstrução da função ou lesões ao esqueleto celular (Gross; Baum; Hoppeler, 2011); disfunção do sistema imune; danos à organelas como a mitocôndria (Portinho *et al.*, 2012) e ao DNA aumentando a propensão a tumores e cânceres; mudança na estrutura e função ou até desnaturação de proteínas; inibição da contractilidade em fibras musculares (Alves; Deresz, 2015) e agravamento de estados como diabetes mellitus tipo 2, envelhecimento (Park; Kwak, 2016), inflamações (Viana *et al.*, 2017), doenças cardiovasculares (Cruz, 2019)

Estudos ainda estabelecem uma relação entre a elevação na produção de EROs com a disposição do processo de fadiga muscular e/ou processo de lesão muscular (Viana *et al.*, 2017). Praticantes de exercício físico, principalmente aeróbio, estão suscetíveis ao acúmulo de EROs e, conseqüentemente, ao OS (Sanfelice *et al.*, 2017). O aumento das EROs leva a danos celulares e desfechos como ruptura da membrana (Santos *et al.*, 2004), lesões musculares (Zoppi *et al.*, 2003) e queda do desempenho físico (Souza *et al.*, 2010).

Com o dano muscular, ocorre a fragilização e ruptura da membrana plasmática, com extravasamento das proteínas citosólicas para o meio extracelular (Puggina *et al.*, 2015), aumentando suas concentrações plasmáticas. A CK, bem como a LDH, AST e mioglobina são proteínas geralmente utilizadas para a investigação de lesão muscular (Faria, 2016), e dentre elas, a CK é destacada, pois, além de ser o biomarcador que mais apresenta variações entre o pré e pós-exercício, sua análise apresenta reduzido custo (Mello; Vichetti; Vendrusculo, 2016).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura de caráter descritivo e abordagem qualitativa. A busca pelos artigos foi realizada em dezembro de 2023, nas bases de dados National Library of Medicine (NIH/PubMed), Brasil Scientific Electronic

Library Online (Scielo) e Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde (BVS) com os descritores “açai”, “euterpe”, “exercício físico”, “atividade física” e “estresse oxidativo”, utilizando o operador booleano “and”. Os descritores são encontrados nos Descritores de Ciências da Saúde (DeCS).

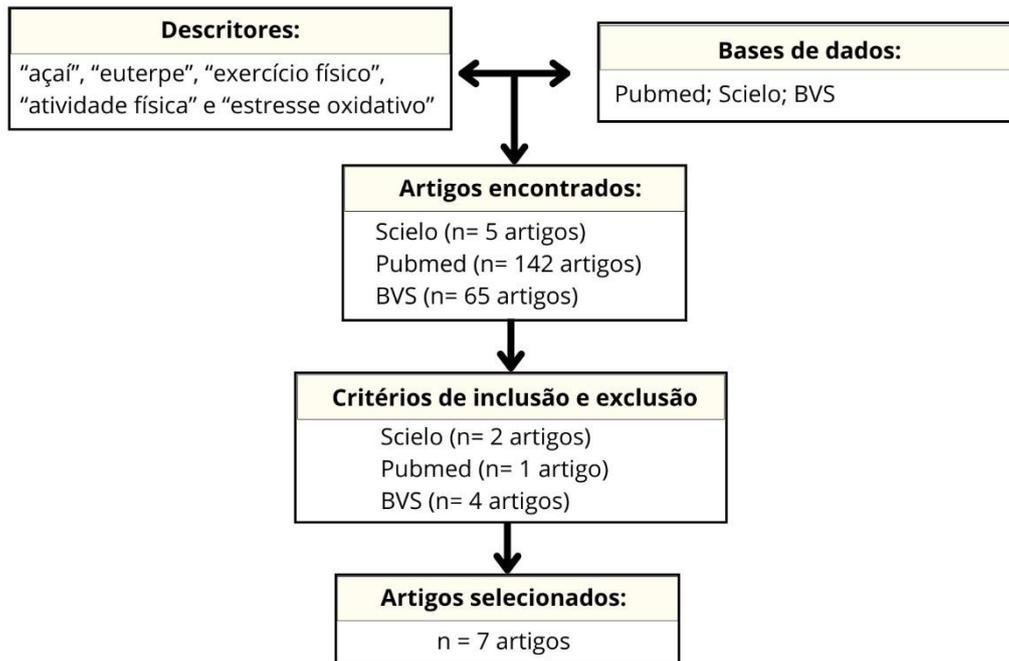
A revisão integrativa de literatura seguiu as seguintes etapas: definição do tema, estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão, levantamento bibliográfico nas bases de dados, análise dos estudos encontrados e escrita dos resultados.

No PubMed foram encontrados inicialmente 142 artigos. Ao se utilizar os seguintes filtros: texto completo gratuito, estudo clínico, ensaio clínico controlado, estudo comparativo, publicados nos últimos 5 anos, nas línguas inglesa e portuguesa, encontraram-se 14 artigos. Foram excluídos artigos de revisão de literatura, metaanálise, não gratuitos ou diferentes do tema proposto, restando 1 artigo.

Na Scielo inicialmente foram encontrados 5 artigos, foram usados os filtros: texto completo, estudo observacional, ensaio clínico controlado, nos últimos 5 anos, nas línguas inglesa e portuguesa, e foram encontrados 4 artigos. Excluindo-se artigos de revisão de literatura, meta-análise, não gratuitos ou que não abordavam o tema, restaram 2 artigos.

Na BVS inicialmente foram encontrados 65 artigos, foram usados os filtros: texto completo, estudo observacional, ensaio clínico controlado, nos últimos 5 anos, e foram encontrados 13 artigos. Excluindo-se artigos de revisão de literatura, metaanálise, não gratuitos ou que não abordavam o tema, restaram 5 artigos, retirando-se o 1 repetido restaram 4, conforme demonstrado na Figura 3.

**Figura 3:** Etapas de seleção de artigos nos bancos de dados.



Fonte: Autoria própria (2024)

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desse modo, após as duas buscas, foram selecionados 7 artigos, os quais foram analisados em sua totalidade. O fluxograma 1 apresenta as etapas de seleção dos artigos, organizados a partir do(s) autor(es), título, ano de publicação, tipo de estudo, objetivo e principais conclusões.

**Quadro 1:** Caracterização dos artigos incluídos no estudo

<b>Autores/ Ano de publicação</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo do estudo</b>	<b>Tipo de Estudo/ Número de participantes</b>	<b>Conclusão</b>
---	---------------	-------------------------------	--	------------------

Dos Reis <i>et al.</i> , 2022	Efeitos da suplementação com açaí (Euterpe Oleracea Mart.) associados ao exercício físico em animais e humanos: revisão de escopo	Mapear evidências sobre a suplementação de açaí combinada com exercícios em estudos experimentais em animais e/ou humanos.	Revisão de escopo	A associação entre a suplementação de açaí e exercícios foi capaz de aumentar a capacidade antioxidante, reduzir o estresse oxidativo e diminuir os marcadores de dano muscular, indicando menor resposta inflamatória
Lavorato <i>et al.</i> , 2021	Effects of aerobic physical training and açaí supplementation on cardiac structure and function in rats submitted to a high-fat diet.	Avaliar o efeito do treinamento físico aeróbio (TEA) e da suplementação com açaí na estrutura e função cardíaca em ratos submetidos a uma dieta rica em gordura.	Modelo experimental N = 50	Tanto a TEA quanto a suplementação de açaí mitigam separadamente os danos causados pela dieta rica em gordura na estrutura e função cardíaca.
Alegre <i>et al.</i> , 2020	Euterpe Oleracea Mart. (Açaí) Reduz o Estresse Oxidativo e Melhora o Metabolismo Energético na Lesão de IsquemiaReperusão Miocárdica em Ratos	Avaliar a influência do açaí no modelo global de isquemiareperusão em ratos.	Modelo experimental N =19	A suplementação de açaí promove melhora no metabolismo energético e atenua o estresse oxidativo
Remigante <i>et al.</i> , 2022	D-Galactose induced early aging in human erythrocytes: Role of band 3 protein.	Verificar o papel protetor do extrato de Açaí em um modelo de envelhecimento	Modelo experimental	O pré-tratamento com extrato de açaí evitou a produção de EROS, a

		induzido por D Galactose (D - Gal) em eritrócitos humanos.		peroxidação lipídica, bem como a oxidação do grupo sulfidril de proteínas totais
Carvalho <i>et al.</i> , 2019	Effects of açai on oxidative stress, ER stress, and inflammation-related parameters in mice with high fat diet-fed induced DHGNA .	Elucidar a contribuição de fatores anteriormente inexplorados da administração de açai em um modelo murino estabelecido de DHGNA induzido por uma dieta rica em gordura.	Modelo experimental N =32	O tratamento com açai melhorou os parâmetros de dano hepático, o status antioxidante e reduziu a inflamação.
Cruz <i>et al.</i> , 2019	Efeitos da suplementação crônica de açai sobre os danos musculares em corredores de pista	avaliar os efeitos da suplementação crônica de açai sobre a atividade de Creatinaquinas e (CK), a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a composição corporal de corredores de 10km	ensaio clínico planejado N = 14	A suplementação com açai, em dose diária de 200g, mantida por 25 dias, promoveu redução significativa do marcador de dano muscular 24 horas após o teste de desempenho
Pirozzi <i>et al.</i> , 2021	Antioxidant and Hypolipidemic Activity of Açai Fruit Makes It a Valuable Functional Food	Testar a capacidade do extrato de açai em reduzir o estresse oxidativo e modular o metabolismo lipídico in vitro utilizando diferentes modelos celulares e diferentes tipos de estresse.	Estudos in vitro	O extrato de açai é uma fonte natural de princípios ativos e estáveis, capazes de neutralizar o estresse oxidativo e inibir o acúmulo de lipídios

Fonte: Autoria própria (2024)

Após a análise da literatura, três categorias emergiram para a discussão dos resultados: melhoria da capacidade antioxidante, redução do estresse oxidativo e diminuição dos marcadores de dano muscular.

A influência positiva para a saúde do exercício regular tem sido descrita na literatura, incluindo uma redução no risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, cancro e diabetes (Wewege *et al.*, 2018). No entanto, há uma preocupação quando realizado por tempo prolongado ou de forma intensa, devido a geração excessiva e o conseqüente acúmulo EROS que pode resultar em danos às estruturas celulares, comprometendo a expressão gênica e a regulação das vias de sinalização celular, além de modular a geração de força, levando à fadiga (Powers; Talbert; Adihetty, 2011).

Por isso, muitos profissionais de saúde da área têm recomendado o uso de suplementação com antioxidantes para melhorar a saúde, a recuperação após o exercício e o equilíbrio do excesso oxidativo (Pastor; Tur, 2019). Analogamente sabese que 12% da produção de açaí processado no mundo é direcionada para a produção de bebidas energéticas e esportivas, indicando uma associação positiva entre o consumo de açaí e a prática de exercícios físicos (Bezerra; Freitas-Silva; Damasceno, 2016).

Com isso, na revisão de escopo sobre os efeitos da suplementação com açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) associados ao exercício físico indicou benefícios na tolerância ao exercício e melhorias em vários parâmetros hemodinâmicos nos animais, utilizando 100 e 200 mg/kg/dia de extrato de semente. Os mecanismos para explicar isso incluíram a sugestão de que o polifenol presente nas sementes de açaí aumenta a produção de óxido nítrico (NO) endotelial, levando ao relaxamento do endotélio (Moura *et al.*, 2012).

Enquanto nos humanos foi utilizado uma quantidade variada entre os estudos de 100 a 300 ml de suco, 90 g/dia de gel, 400 g/dia de alimento desidratado, ou 200 g/dia de polpa. Os resultados indicaram efeitos positivos no aumento do tempo de exaustão para 90% do  $VO_{2máx}$  e no aumento da intensidade no limiar anaeróbio (Carvalho-Peixoto *et al.*, 2015; Terrazas *et al.*, 2020). Assim como, foram relatadas reduções significativas em marcadores de dano muscular, como CK e LDH pós-exercício (Viana *et al.*, 2017). Ademais, foi relatada diminuição de marcadores de estresse oxidativo, como o malondialdeído (MDA) (Terrazas *et al.*, 2020), e níveis mais

baixos de lactato foram detectados durante o processo de recuperação pós sessão de treinamento (Sadowska-Krępa *et al.*, 2015).

Com isso, nessa revisão de escopo a associação entre a suplementação de açaí e exercícios foi capaz de aumentar a capacidade antioxidante (Viana *et al.*, 2017; Terrazas *et al.*, 2020; Sadowska-Krępa *et al.*, 2015), reduzir o estresse oxidativo (Carvalho-Peixoto *et al.*, 2015) e diminuir os marcadores de dano muscular (Terrazas *et al.*, 2020), indicando menor resposta inflamatória. Assim como Soares (2021) relatou que a suplementação crônica de extrato de açaí (ASE) melhora o desempenho físico aeróbico, aumentando a função vascular, reduzindo o estresse oxidativo e regulando positivamente as proteínas-chave da biogênese mitocondrial.

Contudo, sabe-se que uma grande parcela dos indivíduos ainda permanece em um estilo de vida sedentário, com o consumo de dietas ricas em gorduras e carboidratos de alto índice glicêmico de rápida digestão, levando à obesidade. Esses fatores se relacionam ao desenvolvimento de distúrbios cardíacos e metabólicos, que incluem acúmulo de lipídios, aumento do estresse oxidativo, inflamação, apoptose e disfunção contrátil cardíaca (Ballal *et al.*, 2010; Ghosh *et al.*, 2011; Ludwig *et al.*, 2018).

No entanto, no estudo “Efeitos do treinamento físico aeróbio e da suplementação de açaí na estrutura e função cardíaca de ratos submetidos a dieta hiperlipídica”, foi realizado experimento com cinco grupos de dez animais cada, separando-os da seguinte forma: Controle (C), Dieta Hiperlipídica (H); Dieta Hiperlipídica + Açaí (AH); Dieta Hiperlipídica + AET (HT); Dieta Hiperlipídica + Açaí + AET (HAT). Ao final, evidenciou-se que o açaí poderia reduzir a oxidação de proteínas envolvidas na ciclagem do  $Ca^{2+}$ , atenuando assim a disfunção contrátil, inibindo a inflamação e a remodelação cardíaca induzida por dieta rica em gordura.

Somando-se a esse achado, o efeito protetor do açaí já foi relatado em camundongos deficientes em ApoE - lipoproteína plasmática que desempenha sua principal função no metabolismo de lipídeos - através da redução da peroxidação lipídica e aumento da atividade de enzimas antioxidantes na aorta (Xie *et al.*, 2011), convergindo com o achado de que os polifenóis, no coração, podem gerar efeitos antioxidantes, neutralizando as espécies reativas de oxigênio, ativando o sistema de defesa antioxidante ou promovendo alterações na expressão gênica de enzimas antioxidantes, como a gama-glutamilcisteína sintetase ( $\gamma$ -GCS), GPx, SOD, CAT e glutathione S-transferase (GST) (Alegre *et al.*, 2020).

Analogamente, o artigo “Euterpe Oleracea Mart. ( *Açaí* ) Reduz o Estresse Oxidativo e Melhora o Metabolismo Energético na Lesão de Isquemia-Reperfusão Miocárdica em Ratos” trouxe um estudo no qual os animais foram divididos em dois grupos – controle e açaí -, e logo depois foram submetidos a um protocolo global de isquemia-reperfusão e estudo cardíaco isolado, para verificar o estresse oxidativo e a atividade de enzimas envolvidas no metabolismo energético miocárdico no modelo global de isquemia-reperfusão em ratos após suplementação *de açaí* .

No entanto, sabe-se que durante a isquemia-reperfusão ocorre alterações como: liberação de citocinas e produção de EROS o que pode levar a danos oxidativos. Da mesma forma que a isquemia está associada à diminuição de diferentes enzimas antioxidantes, fomentando o OS.

Diante disso, foi encontrado resultados semelhantes aos estudos anteriores, no qual o grupo com o açaí apresentou menor concentração miocárdica de hidroperóxido lipídico - marcador de dano oxidativo originado da lesão oxidativa dos lipídios da membrana - e maior atividade de CAT, SOD e GPx que o grupo C, observando também o aumento da atividade de enzimas interligadas ao metabolismo lipídico e ao ciclo de Krebs, como: b-hidroxil coenzima-A desidrogenase - decomposição de gorduras - , piruvato desidrogenase - ciclo de Krebs -, citrato sintase - ciclo de Krebs -, e ATP sintase no grupo A, bem como menor atividade das enzimas lactato desidrogenase e fosfofrutoquinase - metabolismo da glicose -. Ou seja, o açaí demonstrou potencial de melhorar o metabolismo energético e atenuar o estresse oxidativo.

Em paralelo a essas descobertas, há estudos que envolvem o papel protetor do açaí em um modelo de envelhecimento em eritrócitos humanos, como o caso do artigo “Extrato de açaí ( *Euterpe oleracea* ) protege os eritrócitos humanos do estresse oxidativo relacionado à idade”. Com isso, para esse estudo foi feita a exposição prolongada dos eritrócitos humanos à D-Galactose (D -Gal), que é a mais semelhante ao envelhecimento natural utilizada em estudos experimentais (Remigante *et al.*, 2021).

Sabe-se que os eritrócitos têm o papel principal de transportar gases respiratórios - O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> - entre os pulmões e os tecidos. Porém, estas células possuem um sistema anti-oxidante eficaz que as tornam eliminadoras móveis de radicais livres, proporcionando proteção antioxidante a si próprias, e aos outros tecidos e órgãos do corpo (Remigante *et al.*, 2021). Entretanto, nesse estudo foi evidenciado

que a exposição ao D-Gal induziu envelhecimento em eritrócitos humanos e promoveu aumento do estresse oxidativo. Porém, o pré-tratamento com extrato de Açaí evitou a formação eritrócitos irregulares (acantócitos ou leptócitos) - observados após a exposição ao D-Gal -, e a produção de ERO, convergindo mais uma vez com outros achados sobre seu papel na prevenção e diminuição do OS.

Outra evidência existente sobre o potencial do açaí contra o OS e EROS foi feito com estudo em camundongos com doença hepática gordurosa não alcóolica (DHGNA) induzida por dieta rica em gordura, relatado no artigo “Efeitos do açaí no estresse oxidativo, estresse de RE e parâmetros relacionados à inflamação em camundongos com DHGNA induzida por dieta rica em gordura”.

O estágio mais proeminente da DHGNA é o acúmulo anormal de triacilgliceróis nos hepatócitos, ou seja, a esteatose, que pode avançar para estágios mais graves, como: inflamação, estresse oxidativo, disfunção mitocondrial, estresse do retículo endoplasmático (RE) e apoptose (Pagliassotti, 2012). Todavia, a DHGNA ainda não possui tratamento farmacológico específico, sendo os compostos bioativos e extratos ricos em compostos fenólicos promissores agentes na prevenção e/ou tratamento dessa doença (Wier *et al.*, 2017), principalmente as antocianinas.

Diante disso, o açaí se tornou um grande promissor para a prevenção/tratamento da DHGNA. Sua funcionalidade foi comprovada no estudo, pois o tratamento com açaí melhorou os parâmetros de dano hepático, o status antioxidante e reduziu a inflamação dos camundongos com DHGNA induzida por dieta rica em gordura.

Foi demonstrado que as células tratadas com 50 mg/mL de açaí demonstraram o mesmo comportamento das células controle, porém quanto maior a concentração de açaí (100 mg/mL), níveis mais baixos de EROS foram observados em células tratadas com hidroperóxido de terc-butila (TBHP), quando comparadas às não tratadas e às tratadas com açaí (100 mg/mL). Ou seja, o extrato aquoso de açaí (AAE) inibiu a formação de EROS induzida por hidroperóxido de TBHP em células HepG2.

Além disso, os níveis séricos de TNF $\alpha$  (secreção de citocinas pró-inflamatórias) que apresentam correlação positiva com o teor de gordura hepática, com o número de células inflamatórias e com a peroxidação lipídica no fígado, se apresentou menor nos camundongos que estavam com uma dieta rica em gordura com acréscimo de açaí, comprovando sua propriedade antiinflamatória. Ademais, a glutathiona (GSH) -

importante sistema de defesa antioxidante – apresentou-se aumentada nos grupos com consumo de açaí, assim como as enzimas SOD, CAT e GPx, que normalmente sofrem decréscimo em dietas ricas em gordura.

Correlacionando-se a esses achados, os níveis de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), que servem como indicador de peroxidação lipídica, apresentou-se aproximadamente 2,6 vezes maiores no grupo sem açaí. Da mesma forma, no grupo HF foi observado um aumento na expressão de proteína oxidada, embora a administração de açaí tenha evitado o aumento deste marcador, de modo que o grupo HFA exibiu níveis semelhantes aos dos controles alimentados com dieta normal.

Esse estudo utilizou aproximadamente 3g/kg peso corporal de açaí, demonstrando que o AAE apresenta acentuada atividade antioxidante, além de não apresentar citotoxicidade, mas inibir efetivamente a produção de EROS *in vitro*. Outros estudos utilizando a mesma dosagem em mulheres saudáveis, indicou a proteção contra a aterogênese e outras doenças degenerativas relacionados ao estresse oxidativo e disfunções no metabolismo lipídico, melhorando o status antioxidante ao aumentar a atividade da enzima catalase e diminuindo a produção de EROS (Pala *et al.*, 2017).

Convergindo a esses resultados, o estudo demonstrado pelo artigo “A atividade antioxidante e hipolipidêmica do açaí o torna um alimento funcional valioso”, testou a capacidade do extrato de açaí em reduzir o OS e modular o metabolismo lipídico *in vitro* utilizando diferentes modelos celulares e diferentes tipos de estresse. Como resultado foi obtido informações que reforçam os outros estudos, tais como: a peroxidação lipídica avaliada em um modelo HepG2 foi reduzida em até vinte vezes com a utilização do extrato do açaí, assim como foi capaz de reduzir em pelo menos duas vezes o depósito de gordura.

Contudo, outros estudos pré-clínicos também indicam essas características do açaí, pois ele preveniu a síndrome metabólica (Oliveira *et al.*, 2010), a adiposidade relacionada à obesidade e a esteatose hepática (Oliveira *et al.*, 2015). Além disso, o uso do açaí em modelos animais preveniu a progressão de biomarcadores de estresse oxidativo (Souza *et al.*, 2010), além de exibir efeitos hipocolesterolêmicos (Souza *et al.*, 2012) e hepatoprotetores (Pereira *et al.*, 2016) quando administrado em conjunto com uma dieta hiperlipidêmica.

Quando se relaciona a parte esportiva, o artigo “Efeitos da suplementação crônica de açaí sobre os danos musculares em corredores de pista” trouxe um ensaio clínico planejado, cujo objetivo consistiu em avaliar os efeitos da suplementação crônica de açaí sobre a atividade de CK, a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a composição corporal de corredores de 10km, sendo administrada 200g/dia de açaí por 25 dias.

Os resultados mostraram que a suplementação com açaí promoveu proteção em relação aos danos musculares, uma vez que, no M2 (momento pós suplementação), a CK 24h após o esforço se mostrou significativamente menor no grupo de açaí do que aquele encontrado no M1 (momento pré suplementação) nesse mesmo grupo, mostrando que a estratégia de suplementação foi capaz de diminuir esse importante marcador de danos musculares.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O açaí pode ser considerado um grande aliado na dieta dos atletas, pois pode ser utilizado como uma forma de prevenção ao desgaste físico. Isso se deve ao seu atributo em promover a diminuição de marcadores de estresse oxidativo - MDA - e de dano muscular – CK e LDH - após exercício e durante o processo de recuperação após sessão de treinamento. Ou seja, esse fruto tem a funcionalidade de aumentar a capacidade antioxidante do organismo, promovendo menores respostas inflamatórias ao organismo.

Além disso, o açaí provou aumentar o desempenho físico aeróbico, aumentando a função vascular, regulando positivamente as proteínas-chaves da biogênese mitocondrial, e aumentando a atividade das enzimas de defesa antioxidante – CAT, SOD e GPx -.

Fica evidente, portanto, que a utilização dietética do açaí em atletas após sessão de treinamento, é capaz de reduzir os danos musculares induzidos pelo exercício e melhorar o desempenho. Por isso, o consumo de polpa de açaí vem aumentando entre os praticantes de exercício físico, como estratégia para obter melhora no desempenho físico ou para acelerar o processo de recuperação.

## REFERÊNCIAS

- ALEGRE, P. *et al.* Euterpe Oleracea Mart. (Açaí) reduz o estresse oxidativo e melhora o metabolismo energético na lesão de isquemia-reperfusão miocárdica em ratos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.114, n.1, p.564-575, 2020.
- ALESSANDRA-PERINI, J. *et al.* Euterpe oleracea extract inhibits tumorigenesis effect of the chemical carcinogen DMBA in breast experimental cancer. **BMC complementary and alternative medicine**, v.18, n.1, p.116-125, 2018.
- ALESSIO, H.M. *et al.* Geração de espécies reativas de oxigênio após exercício aeróbico e isométrico exaustivo. **Exercício de esportes científicos médicos**, v.32, n.1, p.1576–1581, 2000.
- ALQURASHI, R.M. *et al.* Consumption of a flavonoid-rich açai meal is associated with acute improvements in vascular function and a reduction in total oxidative status in healthy overweight men. **Am J Clin Nutr.**, v.104, n.5, p. 1227-1235, 2016.
- ALVES, J.P.; DERESZ, L.F. **Nutrição: da gestação ao envelhecimento**. 2 ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2015.
- BALLAL, K. *et al.* Dieta ocidental obesogênica rica em gordura induz estresse oxidativo e apoptose em coração de rato. **Bioquímica Molecular e Celular**, v.344, n.1, p.10, 2010.
- BALTAZAR-MARTINS, G. *et al.* Prevalence and patterns of dietary supplement use in elite Spanish athletes. **J Int Soc Sports Nutr.**, v.16, n.1, p.30-39, 2019.
- BARBOSA, K.B.F. Oxidative stress: concept, implications and modulating factors. **Rev. Nutr.**, v.23, n.4, p.629-643, 2010.
- BERNAUD, R.F.S.; FUNCHAL, C.D.S. Atividade antioxidante do açaí. **Nutrição Brasil**, v.10, n.5, p. 310-316, 2011.
- BEZERRA, V.S.; FREITAS-SILVA, O.; DAMASCENO, L.F. Açaí: produção de frutos, mercado e consumo. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAPÁ. **Anais do Congresso da Jornada Científica da EMBRAPA**, Teresina, v.2, 2016.
- BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev Nutr.**, v.12, n.12, p.123-30, 1999.
- BONOMO, L.F. *et al.* Açaí (Euterpe oleracea Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **Plos One**, v.9, n.3, p. 1-15., 2014.
- BRASIL. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **Movimento é vida: atividades físicas e esportivas para todas as pessoas - Relatório Nacional de Desenvolvimento Humano do Brasil**. Brasília: PNUD, 2017.

- CANUTO, G.A.B. *et al.* Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1196-1205, 2010.
- CARVALHO, M.M.F. *et al.* Effects of açai on oxidative stress, ER stress, and inflammation-related parameters in mice with high fat diet-fed induced NAFLD. **Sci Rep.**, v.9, n.1, p.8107, 2019.
- CARVALHO-PEIXOTO, J. *et al.* Consumption of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) functional beverage reduces muscle stress and improves effort tolerance in elite athletes: a randomized controlled intervention study. **Appl Physiol Nutr Metab.**, v.40, n.7, p.725-733, 2015.
- CEDRIM, P.C.A.S.; BARROS, E.M.A.; NASCIMENTO, T.G. Propriedades antioxidantes do açai (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n.1, p. e2017092, 2018.
- CHEUNG, K.; HUME, P.A.; MAXWELL, L. Delayed Onset Muscle Soreness: Treatment Strategies and Performance Factors. **Sports Med.**, v.33, n.2, p.145-164, 2003.
- CLARKSON, P.M.; THOMPSON, H.S. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? **Am J Clin Nutr.**, v.72, n.2, p.637-46, 2000.
- CRUZ, I.A. *et al.* Efeitos da suplementação crônica de açai sobre danos musculares em corredores de rua. **Journal of Physical Education**, v.30, n.1, p.e3012, 2019.
- CRUZ, A. P. **Avaliação do efeito da extração e da microfiltração do açai sobre sua composição e atividade antioxidante.** Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- CUZZOCREA, S. *et al.* Antioxidant therapy: a new pharmacological approach in shock, inflammation, and ischemia/reperfusion injury. **Pharmacol Rev.**, v.53, n.1, p. 135-59, 2001.
- DARNET, S. *et al.* A high-performance liquid chromatography method to measure tocopherols in assai pulp (*Euterpe oleracea*). **Food Research International**, v. 44, n.7, p. 2107-2111, 2011.
- DE SOUZA, M.O. *et al.* The hypocholesterolemic activity of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) is mediated by the enhanced expression of the ATP-binding cassette, subfamily G transporters 5 and 8 and low-density lipoprotein receptor genes in the rat. **Nutr Res**, v.32, n.12, p.976-984, 2012.
- DOS REIS, T.M.P. *et al.* Efeitos da suplementação com açai (*Euterpe Oleracea* Mart.) associada ao exercício físico em animais e humanos: revisão de escopo. **Revista De Nutrição**, 35. Disponível em:

<https://periodicos.puccampinas.edu.br/nutricao/article/view/9004>. Acesso em: 21 abr. 2024.

DUARTE, T.L.; JONES, G.D. Vitamin C Modulation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Induced Damage and Iron Homeostasis in Human Cells. **Radic Livre Biol Med.**, v.43, n.8, p.1165-1175, 2007.

EMMERT, D.H.; KIRCHNER, J.T. The role of vitamin E in the prevention of heart disease. **Arch Fam Med.**, v.8, n.6, p. 537-542, 1999.

EVANS, L.W.; OMAYE, S.T. Uso de biomarcadores de saliva para monitorar a eficácia da vitamina C no estresse oxidativo induzido por exercício. **Antioxidantes**, v.6, n.1, p.5-25, 2017.

FARIA, F.R. **Efeito da suplementação crônica de curcuma longa I. sobre marcadores de inflamação e dano muscular após uma meia maratona.** Tese (Mestrado em Nutrição e Saúde), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

FERRARI, C.K.B. Functional foods, herbs and nutraceuticals: towards biochemical mechanisms of healthy aging. **Biogerontology**, v.5, n.5, p.275-9, 2004.

FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **RAMB.**, v.43, n.1, p.618,1997.

GARZÓN, G.A. *et al.* Polyphenolic composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food Chem.**, v. 15, n.217, p. 364-372, 2017.

GELABERT-REBATO, M. *et al.* Enhancement of Exercise Performance by 48 Hours, and 15-Day Supplementation with Mangiferin and Luteolin in Men. **Nutrients**, v.11, n.2, p.344, 2019.

GHOSH, S. *et al.* Homeostase alterada da glutathiona no coração aumenta a lipotoxicidade cardíaca associada à obesidade induzida por dieta em camundongos. **Journal Of Biological Chemistry**, v.286, n.49, p.42483-42493, 2011.

GORDON, A. *et al.* Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of açai fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chem.**, v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012.

GREEN, K.; BRAND, M.D.; MURPHY, M.P. Prevention of mitochondrial oxidative damage as a therapeutic strategy in diabetes. **Diabetes**, v.53, n.1, p. 110-118, 2004.

GROSS, M; BAUM, O; HOPPELER, H. Suplementação antioxidante e treinamento de resistência: winorloss?. **Jornal Europeu de Ciências do Esporte**, v.11, n.1, p. 27-32, 2011.

GUERRA, J.F.C. *et al.* Dietary açai modulates ROS production by neutrophils and gene expression of liver antioxidant enzymes in rats. **J Clin Biochem Nutr.**, v.49, n.3, p.188-94, 2011.

GUIMARÃES, M.R.M.; VIANNA, L.M.A. Estresse oxidativo e suplementação de antioxidantes na atividade física: uma revisão sistemática. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v.12, n.2, p.155-171, 2013.

GOLDFARB, A.H. Nutritional antioxidants as therapeutic and preventive modalities in exercise-induced muscle damage. **Can J Appl Physiol**, v.24, n.1, 249-66, 1999.

HALLIWELL, B; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean?. **Br J Farmacol.**, v.142, n.2, p.231-255, 2004.

HERCBERG, S. *et al.* Background and rationale behind the SU.VI.MAX Study, a prevention trial using nutritional doses of a combination of antioxidant vitamins and minerals to reduce cardiovascular diseases and cancers. SUPplementation en Vitamines et Minéraux AntioXydants Study. **International Journal for Vitamins and Nutrition Research**, v.68, n.1, p.3-20, 1998.

JACOB, R.A. The integrated antioxidant system. **Nutrition Research**, v.15, n.5, p.755-766, 1995.

JOHNSON, J.B. *et al.* Alternate day calorie restriction improves clinical findings and reduces markers of oxidative stress and inflammation in overweight adults with moderate asthma. **Free Radic Biol Med.**, v.42, n.5, p.665-74, 2007.

KANG, J. *et al.* Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v. 122, n. 3, p. 610-617, 2010.

KIM, J.Y. *et al.* Grape skin and loquat leaf extracts and açai puree have potent antiatherosclerotic and anti-diabetic activity in vitro and in vivo in hypercholesterolemic zebrafish. **International journal of molecular medicine**, v. 30, n. 3, p. 606-614, 2012.

KOURY, J.C.; DONANGELO, C.M. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Revista Nutrição**, v.16, n.4, p. 433-441, 2003.

KRUK, J. *et al.* Antioxidative properties of phenolic compounds and their effect on oxidative stress induced by severe physical exercise. **J Physiol Sci.**, v.72, n.19, p.124, 2022.

LAMBERT, J.D.; YANG, C.S. Mecanismos de prevenção do câncer pelos constituintes do chá. **J Nutr.**, v.133, n.1, 3262–3267, 2003.

LAVORATO, V.N. *et al.* Effects of aerobic exercise training and açai supplementation on cardiac structure and function in rats submitted to a high-fat diet. **Food Res Int.**, v.141, 2021. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33642024/#:~:text=Aerobic%20exercise%20training%20and%20a%C3%A7ai%20supplementation%20can%20mitigate%20damage%20caused,treatments%20had%20no%20additional%20effects>. Acesso em: 21 abr. 2024.

LODOVICI, M. *et al.* Antioxidant and radical scavenging properties in vitro of polyphenolic extracts from red wine. **Eur J Nutr.**, v.40, n.2, p.74–77, 2001.

LOPES, T. *et al.* Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p.291-297, 2007.

LUDWIG, D.S. *et al.* Carboidratos dietéticos: papel da qualidade e quantidade nas doenças crônicas. **BMJ**, v.361, n.1, p.2340, 2018.

MCANULTY, L.S. *et al.* Effect of blueberry ingestion on natural killer cell counts, oxidative stress, and inflammation prior to and after 2.5 h of running. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.36, n.6, p.976–84, 2011.

MCBRIDE, J.M.; KRAEMER, W.J. Radicais livres, exercícios e antioxidantes. **J Força Cond Res.**, v.13, n.1, p.175–183, 1999.

MELLO, N.F.; VICHETTI, J.C.; VENDRUSCULO, A.P. Marcadores bioquímicos no diagnóstico de lesão muscular. **Fisioterapia Brasil**, v.17, n.4, p.375-383, 2016.

MERTENS-TALCOTT, S.U. *et al.* Pharmacokinetics of anthocyanins and antioxidant effects after the consumption of anthocyanin-rich acai juice and pulp (*Euterpe oleracea* Mart.) in human healthy volunteers. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 17, p. 7796-7802, 2008.

MERRY, T.L.; RISTOW, M. Do antioxidants supplements interfere with skeletal muscle adaptation to exercise training?. **Journal Physiology**, v.594, n.18, p.5135-5147. 2016.

MOURA, R.S. *et al.* Effects of *Euterpe oleracea* Mart. (AÇAÍ) extract in acute lung inflammation induced by cigarette smoke in the mouse. **Phytomedicine**, v.19, n.3, p. 262-9, 2012.

MOURA, R.; RESENDE, A.C. Cardiovascular and Metabolic Effects of Açaí, an Amazon Plant. **J Cardiovasc Pharmacol.**, v.68, n.1, p.19-26, 2016.

MUÑIZ-MIRET, N.V.R. *et al.* The economic value of managing the açaí palm (*Euterpe oleracea* Mart.) in the floodplains of the Amazon estuary, Pará, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.87, n.3, p.163–173, 1996.

MYBURGH, K.H. Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress? **Sports Med.**, v.44, n.1, p.57-70, 2014.

NIKI, E. *et al.* Interaction among vitamin C, vitamin E, and  $\beta$ -carotene. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.62, n.6, p.1322-1326, 1995.

OLIVEIRA, A.G.; COSTA, M.C.D.; ROCHA, S.M.B.M. Benefícios funcionais do açaí na prevenção das doenças cardiovasculares. **Journal of Amazon Health Science**, v. 1, n. 1, p.1-10, 2015.

OLIVEIRA, P.R.B. *et al.* Os polifenóis derivados de Euterpe oleracea Mart. protegem camundongos da obesidade induzida pela dieta e do fígado gorduroso, regulando a lipogênese hepática e a excreção de colesterol. **PLoS One**, v.12, n.1, p. e0143721, 2015.

OLIVEIRA, P.R. *et al.* Efeitos de extrato obtido de frutos de Euterpe oleracea Mart. nos componentes da síndrome metabólica induzida em camundongos C57BL/6J alimentados com dieta rica em gordura. **Revista de Farmacologia Cardiovascular**, v. 56, n. 6, p. 619-626, 2010.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Diretrizes da OMS sobre atividade física e comportamento sedentário**. Genebra: OMS, 2020.

PACHECO-PALÊNCIA, L.A. *et al.* Absorption and Biological Activity of Phytochemical-Rich Extracts from Açaí (Euterpe oleracea Mart.). **J Agric Food Chem**, v. 56, n.12, p. 4631-4660, 2008.

PAGLIASSOTTI, MJ. Endoplasmic reticulum stress in nonalcoholic fatty liver disease. **Annu Rev Nutr.**, v.21, n.1, p.17-33, 2012.

PALA, D. *et al.* Acai (Euterpe oleracea Mart.) dietary intake affects plasma lipids, apolipoproteins, cholesteryl ester transfer to high-density lipoprotein and redox metabolism: A prospective study in women. **Clin Nutr**, v.37, n.2, p.618-623, 2018.

PARK, S.Y.; KWAK, Y.S. Impact of aerobic and anaerobic exercise training on oxidative stress and antioxidant defense in athletes. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v.12, n.2, p.113-117, 2016.

PASTOR, R.; TUR, J.A. Antioxidant supplementation and adaptive response to training: a systematic review. **Curr Pharm Des.**, v.25, n.16, p.1889-912, 2019.

PEAKE, J.; NOSAKA, K.; SUZUKI, K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. **Exerc Immunol Rev.**, v.11, n.1, p. 64-85, 2005.

PEREIRA, R. R. *et al.* Acai (Euterpe oleracea Mart.) Upregulates Paraoxonase 1 Gene Expression and Activity with Concomitant Reduction of Hepatic Steatosis in High-Fat Diet-Fed Rats. **Oxid Med Cell Longev**, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27642496/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

PIROZZI, A.V.A. *et al.* Antioxidant and Hypolipidemic Activity of Açaí Fruit Makes It a Valuable Functional Food. **Antioxidants (Basel)**, v.10, n.1, p.40, 2020.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**, v.67, n.5, p.289-297, 1997.

PORTINHO, J.A.; ZIMMERMANN, L.M.; BRUCK, M.R. Efeitos benéficos do açaí. **International Journal of Nutrology**, v.5, n.1, p.15-20, 2012.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. **Physiological Reviews**, v.88, n.1, p.1243-1276, 2008.

POWERS, S. K.; TALBERT, E. E.; ADHIHETTY, P. J. Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle. **The Journal of Physiology**, v.589, n.9, p. 2129-2138, 2011.

POZO-INSFRAN, D.D.; BRENES, C.H.; TALCOTT, S.T. Phytochemical composition and pigment stability of Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 6, p. 1539-1545, 2004.

PUGGINA, E.F. *et al.* Efeitos do treinamento e de uma prova de triathlon em indicadores de lesão muscular e inflamação. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.38, n.2, p.115-123, 2016.

REMIGANTE, A. *et al.* D-Galactose induced early aging in human erythrocytes: Role of band 3 protein. **J Cell Physiol.**, v.237, n.2, p.1586-1596, 2022.

REIS, C.E.G.; VASCONCELOS, I.A.L.; BARROS, J.F.N. Políticas públicas de nutrição para o controle da obesidade infantil. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 29, n.4, p.625-633, 2011.

ROGEZ, H. *et al.* Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening: a comparison between açaí (*Euterpe oleracea*) fruits and other fruits rich in anthocyanins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n.6, pág. 796800, 2011.

ROVER, J.R.L.; HOEHR, N.F.; VELLASCO, A.P. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutatona associado à métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. **Quím Nova.**, v.24, n.1, p.112-9, 2001.

RUBIO, K. **Medalhistas olímpicos brasileiros**: memórias, histórias e imaginário. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.

SADOWSKA-KRĘPA, E. *et al.* Efeitos da suplementação com mistura de suco à base de frutas vermelhas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na capacidade de defesa antioxidante do sangue e no perfil lipídico em corredores juniores: um estudo piloto. **Biol Sport.**, v.32, n.2, p.161-168, 2015.

SANFELICE, R. *et al.* Análise qualitativa dos fatores que levam à prática da corrida de rua. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.11, n.64, p. 83-88, 2017.

SANTOS, H.O. Effect of Açai (Euterpe Oleracea) Intake on Vascular Function and Lipid Profile: What is the Recommendation?. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v.32, n.2, p. 190-192, 2019.

SANTOS, G.M. *et al.* Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açai (Euterpe oleracea Mart). **ALAN**, v.58, n.2, p.187-192, 2008.

SANTOS, R.V.T. *et al.* O efeito da suplementação de creatina sobre marcadores inflamatórios e de dor muscular após uma corrida de 30 km. **Ciências da Vida**, v.75, n.16, p.1917-1924, 2004.

SAUMA, J.; MAIA, C. **Caminhos do açai**: Pará produz 95% da produção do Brasil, fruto movimentou US\$ 1,5 bi e São Paulo é o principal destino no país. G1 Pará, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2019/03/15/caminhos-do-acai-paraproduz-95-da-producao-do-brasil-fruto-movimentou-us-15-bi-e-sao-paulo-e-principal-destino-no-pais.ghtml>. Acesso em: 19 abr. 2024.

SCHAUSS, A.G. *et al.* Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried amazonian palm berry, Euterpe oleracea mart. (acai). **J Agric Food Chem.**, v.54, n.22, p.8598-603, 2006.

SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 4, p. 308-313, 2004.

SEN, C.K.; PACKER, L. Homeostase do tiol e suplementos no exercício físico. **Sou J Clin Nutr.**, v.72, n;2, p.653–669, 2000.

SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, EAM. Licopeno como agente antioxidante. **Rev Nutr.**, v.17, n.2, p.227-36, 2004.

SIES, H. Biochemistry of Oxidative Stress. **Angewandte Chemie International Edition in English**, v. 25, n. 12, p. 1058-1071, 1986.

SILVA, F.P. *et al.* Low dose of Juçara pulp (Euterpe edulis Mart.) minimizes the colon inflammatory milieu promoted by hypercaloric and hyperlipidic diet in mice. **J. Funct. Foods**, v.77, n.4, p.104343, 2021.

SOARES, R.A. **Effect of the extract of Euterpe oleracea Mart. (Açai) and exercise training on vascular and memory changes caused by aging.** Tese (Doutorado em Biociências), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SOUZA, M.O. *et al.* ML Diet supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. **Nutrition**, v. 26, n. 7-8, p. 804-810, 2010.

SOUZA, R.A. *et al.* Influência da suplementação aguda e crônica de creatina sobre marcadores enzimáticos de dano muscular de ratos sedentários e exercitados com natação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.24, n.3, p.343-352, 2010.

TERRAZAS, S.I.B.M. *et al.* Açai pulp supplementation as a nutritional strategy to prevent oxidative damage, improve oxidative status, and modulate blood lactate of male cyclists. **Eur J Nutr.**, v.59, n.7, p. 2985-2995, 2020.

TIDBALL, J.G. Inflammatory processes in muscle injury and repair. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.**, v.288, n.2, p.345–353, 2005.

TOFLER, G.H.; MITTLEMAN, M.A.; MULLER, J.E. Physical activity and the triggering of myocardial infarction: the case for regular exercise. **Heart**, v.75, n.323-325, 1996.

TRABER, M.G. Cellular and molecular mechanisms of oxidants and antioxidants. Mineral and Electrolyte Metabolism. **Miner Electrolyte Metab.**, v.23, n.3, p.135-139, 1997.

URSO, M.L.; CLARKSON, P.M. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. **Toxicology**, v.189, n.1, p.41-54, 2003.

VACZI, M. J. *et al.* Biochemical and Electromyographic Responses to Short-Term Eccentric-Concentric Knee Extensor Training in Humans. **J Strength Cond Res.**, v. 25, n.1, p. 922–932, 2011.

VIANA, D.S. *et al.* Avaliação bioquímica do estresse oxidativo pelo uso do gel de açaí (*Euterpe oleracea martius*) em indivíduos fisicamente ativos. **Tecnologia de Ciências Alimentares**, v.37, n.1, p.90-96, 2017.

WEWEGE, M.A. *et al.* Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. **Atherosclerosis**, v.274, n.1, p.162-71, 2018.

WIER, B.V.D. *et al.* O potencial dos flavonóides no tratamento da doença hepática gordurosa não alcoólica. **Revisões Críticas em Ciência Alimentar e Nutrição**, v. 57, n.4, p. 834–855, 2017.

XIE, C. *et al.* Suco de açaí atenua a aterosclerose em camundongos deficientes em ApoE por meio de atividades antioxidantes e antiinflamatórias. **Aterosclerose**, v.216, n.2, p.327-333, 2011.

YAMAGUCHI, L. K. K. *et al.* Amazonacai: chemistry and biologicalactivities: a review. **Food chemistry**, v. 179, n.1, p. 137-151, 2015.

ZOPPI, C.C. *et al.* Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. **Revista Paulista de Educação Física**, v.17, n.2, p.119-30, 2003.