

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

TALLYNE MAYARA PACHECO DOS REIS

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM AÇAÍ (EUTERPE PRECATORIA) SOBRE
A RECUPERAÇÃO PÓS DANO MUSCULAR INDUZIDO POR PROTOCOLO DE
SALTOS.**

MANAUS

2022

TALLYNE MAYARA PACHECO DOS REIS

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM AÇAÍ (EUTERPE PRECATORIA) SOBRE
A RECUPERAÇÃO PÓS DANO MUSCULAR INDUZIDO POR PROTOCOLO DE
SALTOS.**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da
Universidade Federal do Amazonas como
requisito para defesa da dissertação. Linha de
Pesquisa: Pesquisa clínica e saúde pública.

Orientador Prof. Dr. Mateus Rossato

MANAUS

2022

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R375e Reis, Tallyne Mayara Pacheco dos
 Efeitos da suplementação com açaí (Euterpe precatoria) sobre a
 recuperação pós dano muscular induzido por protocolo de saltos /
 Tallyne Mayara Pacheco dos Reis. - 2022.
 56 f. : il., p&b. ; 31 cm.

 Orientador(a): Mateus Rossato.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas,
 Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Manaus,
 2022.

 1. Polifenóis. 2. Recursos ergogênicos. 3. Pliometria. 4.
 Antioxidante. I. Rossato, Mateus. II. Universidade Federal do
 Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.
 III. Título

TALLYNE MAYARA PACHECO DOS REIS

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM AÇAÍ (EUTERPE PRECATORIA) SOBRE
A RECUPERAÇÃO PÓS DANO MUSCULAR INDUZIDO POR PROTOCOLO DE
SALTOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amazonas como requisito para defesa de mestrado. Linha de Pesquisa: Pesquisa clínica e saúde pública.

Banca examinadora

Prof. Dr. Mateus Rossato

Presidente

Prof. Dr. João Otacílio Libardoni dos Santos

Membro Interno (UFAM)

Prof. Dr. Rodolfo André Dellagrana

Membro Externo (UEPG)

AGRADECIMENTO

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por mais uma etapa concluída, foi árdua, mas conseguimos concluir, graças ao meu orientador Dr. Mateus Rossato que mesmo não me conhecendo, através de uma indicação da Dra, Michele Saccol aceitou me dar esta oportunidade, e durante toda trajetória foi presente em todas as etapas.

Agradeço também ao nosso grupo de pesquisa em nome de Raíssa, Barbara, Stephanie, Leonardo, Thalyson, Luma e Yana que estiveram presentes em toda coleta de dados e em especial ao Gabriel Aguir o qual foi fundamental desde do início do projeto.

Agradeço ao professor Dr. Emerson da faculdade de farmácia da Ufam, pela sua importante contribuição no processo do açai.

Ao professor Dr. João Libardone e Rodolfo Dellagrana pelas contribuições na qualificação e considerações na defesa.

À minha mãe Wânia Pacheco, toda minha gratidão pela sua compreensão e disponibilidade de cuidar dos meus filhos durante as vezes que precisei me ausentar ou focar nos estudos. Assim como ao meu marido Danilo Ferreira por toda sua contribuição e conhecimento na área da tecnologia e parceria.

RESUMO

Contrações musculares produzem radicais livres que podem afetar a produção e recuperação da força muscular. Fitoterápicos ricos em antioxidantes tem surgido como uma alternativa na aceleração da recuperação muscular. O objetivo foi avaliar os efeitos da suplementação com açaí (euterpe precatória) sobre marcadores indiretos de dano muscular provocados por protocolo de saltos. O estudo foi randomizado, cruzado, duplo-cego e controlado por placebo. Participaram 12 homens fisicamente ativos (27.5 ± 6.41 anos, 82.7 ± 13.0 kg, e 24.17 ± 8.87 %G). O estudo durou 21 dias, e todos realizaram o protocolo em 2 momentos separados por 7 dias de *washout*. O protocolo consistiu em 100 saltos *countermovement jump* máximos. A suplementação foi realizada com 40g/dia por 7 dias com açaí liofilizado (GA) ou placebo (GP). Foram avaliadas CK, LDH e TEAC em 0 e 24h. Arquitetura do Vasto Lateral (VL) e qualidade muscular do VL, Reto Femural (RF), Gastrocnêmio Medial (GM), dor muscular tardia (DOMS) no VL, RF, GM e após aquecimento, além da contração voluntária máxima isométrica (CVMI) de extensores e flexores do joelho foram avaliados em 0, 24, 48 e 72h após o protocolo. Foram observados efeitos do tempo ($p < 0,001$) na DOMS do VL, RF, GM, DOMS após aquecimento em esteira, CK, LDH, CVMI de extensores, comprimento do fascículo do VL e eco-intensidade de VL, RF e GM. Efeitos do tratamento foram observados para TEAC no GA ($p = 0,001$) e interação tempo-tratamento foi observado apenas para CVMI de flexores do joelho ($p = 0,028$) no GA. Concluímos que o protocolo foi efetivo para gerar dano muscular. No GA houve a elevação do TEAC, sem vantagens na DOMS, CK, LDH, CVIM de extensores de joelho, arquitetura e qualidade muscular quando comparados GP. Exceção feita apenas para CVMI dos flexores do joelho.

Palavras chave: Polifenóis, recursos ergogênicos, pliometria, antioxidante

ABSTRACT

Muscle contractions produce free radicals that can affect muscle strength production and recovery. Antioxidant-rich herbal medicines have emerged as an alternative in accelerating muscle recovery. The objective was to evaluate the effects of açai supplementation (*Euterpe Precatory*) on indirect markers of muscle damage caused by jumping protocol. The study was randomized, crossover, double-blind, and placebo controlled. Twelve physically active men participated (27.5 ± 6.41 years, 82.7 ± 13.0 kg, and 24.17 ± 8.87 %F). The study lasted 21 days, and all performed the protocol at 2 times separated by 7 days of washout. The protocol consisted of 100 maximum countermovement jumps. Supplementation was performed with 40g/day for 7 days with lyophilized açai (GA) or placebo (GP). CK, LDH and TEAC were evaluated at 0 and 24h. Architecture of the Vastus Lateralis (VL) and muscle quality of the VL, Rectus Femoris (RF), Medial Gastrocnemius (GM), delayed onset muscle soreness (DOMS) in the VL, RF, GM and after warm-up, in addition to isometric maximal voluntary contraction (MVIC) of knee extensors and flexors were evaluated at 0, 24, 48 and 72h after the protocol. Time effects ($p < 0.001$) were observed on VL DOMS, RF, GM, DOMS after treadmill warm-up, CK, LDH, CVMI of extensors, VL fascicle length and VL, RF and GM echo-intensity. Treatment effects were observed for TEAC in GA ($p = 0.001$) and time-treatment interaction was observed only for CVMI of knee flexors ($p = 0.028$) in GA. We concluded that the protocol was effective to generate muscle damage. In GA there was an increase in TEAC, with no advantages in DOMS, CK, LDH, CVMI of knee extensors, architecture and muscle quality when compared to GP. Exception made only for CVMI of the knee flexors.

Key words: Polyphenols, ergogenic aid, plyometrics, antioxidants

LISTA DE FIGURA

Figura 1 Diagrama de fluxo do estudo.....	17
Figura 2: Fluxograma das coletas de dados e período de washout.....	37
Figura 3: : Concentração de CK, LDH e TEAC antes e 24h pós protocolo de salto para os grupos açaí e placebo. * diferença de 0h, a diferença do grupo placebo.....	41
Figura 4: Espessura muscular do VL (a), ângulo de penetração d VL (b) comprimento do fascículo do VL (c) e intensidade de eco do VL (d), RF (e) e GM (e) durante o tempo de intervenção para GA e GP. Onde: * diferença de 0h, # diferença de 24h e @ diferença de 48h.....	43
Figura 5: Valor de DOMS para RF (a), VL (b), GM (c) e pós-aquecimento em esteira (d) durante o tempo de intervenção para Grupo Açaí (GA) e Grupo Placebo (GP).....	44
Figura 6: CVMI dos extensores do joelho (a) e flexores do joelho (b) durante o tempo de intervenção para GA e GP. *diferença em relação a 0h, #diferença em relação a 24h, \$ diferença em relação ao Pós, a indica diferença em relação ao GP.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 animal studies.....	20
Tabela 2 Human studies.....	25
Tabela 3 Composição nutricional do açaí consumido.....	40

LISTA DE SIGLA

EROS	Espécies reativas de Oxigênio
O₂	Oxigênio
N₂	Nitrogênio
DMT	Dor muscular tardia
DM	Dor muscular
IL-1β	Interleucina 1 Beta
TNFα	Fator de necrose tumoral alfa
ANE	Antiinflamatórios não esteroide
COX	Ciclooxygenase
ER	Exercício resistido
NO	Oxido nitrico
EVA	Escava visual analogica de dor

Sumário

1.INTRODUÇÃO	11
2.JUSTIFICATIVA	14
3. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo Geral	14
4. REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA.....	15
5. MATERIAIS E MÉTODOS	35
6. RESULTADOS	41
7. DISCUSSÃO	45
8. CONCLUSÃO	49
9.0 REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

É crescente o número de pessoas que fazem uso de programas de exercícios físicos, para melhorar seus indicadores de saúde (WESTCOTT, 2012). No entanto, a realização de exercícios pode desencadear processos inflamatórios e a produção excessiva de radicais livres (MCBRIDE, JEFFREY M.; KRAEMER, WILLIAM J.; TRIPLETT-MCBRIDE, TRAVIS; SEBASTIANELLI, 1998). Neste contexto, a produção excessiva de radicais livres provoca aumento do estresse oxidativo, resultando em prejuízos às estruturas celulares (MYBURGH, 2014), ocasionando assim dano muscular que pode comprometer o sistema imune e reduzir a capacidade do músculo produzir força (ENOKA; DUCHATEAU, 2008).

O dano muscular ocorre principalmente durante ações musculares excêntricas, ou após o aumento das cargas de treino, especialmente em pessoas destreinadas (CONSTANTINI et al., 2021). A explicação para esse fenômeno se deve ao fato das contrações excêntricas distribuírem altas cargas de trabalho sobre poucas unidades motoras (CLARKSON, 1997), sobrecarregando tanto as estruturas contráteis, quando as estruturas passivas como tecidos conjuntivos. Uma única sessão de exercícios excêntricos é capaz de produzir danos ao tecido muscular, com o comprometimento na capacidade de gerar força, diminuição da amplitude de movimento, surgimento da dor muscular tardia, inchaço, aumento nas concentrações sanguíneas de CK e LDH (CHEN, 2003).

Neste sentido, um grande esforço tem sido feito com o objetivo de identificar compostos fitoquímicos (polifenóis) em frutos e sementes, em especial de plantas de origem amazônica, que apresentam elevada capacidade antioxidante e anti-inflamatória (vide revisões MORTON *et al.*, 2018; NERI-NUMA *et al.*, 2018) com potencial uso comercial na tentativa de reduzir os sintomas provocados pelo dano muscular. Estudos que associaram a suplementação nutricional rica em antioxidantes a exercícios físicos, com o objetivo de reduzir respostas inflamatórias e estresse oxidativos, tem mostrado resultados contraditórios. Enquanto alguns estudos mostram que a inibição na produção de radicais livres poderia reduzir a sinalização celular provocadas pelas espécies reativas de oxigênio (EROs), sendo estas necessária para a adaptações ao estresse do exercício (PINGITORE et al., 2015), outros autores (URSO; CLARKSON, 2003) afirmam que a

ingestão de antioxidantes poderia prevenir o estresse oxidativo, reduzindo assim o risco de lesões sem comprometer a resposta adaptativa.

Recentes revisões indicam que em humanos, a suplementação com alimentos ricos em polifenóis tem se mostrado eficiente em reduzir os danos provocados pelo estresse oxidativo (MYBURGH, 2014) e melhora no desempenho no exercício (SOMERVILLE; BRINGANS; BRAAKHUIS, 2017). Neste contexto, merecem destaque as antocianinas pertencentes ao grupo dos flavonóides. As antocianinas, possuem propriedades antioxidante e anti-inflamatórias (AGUILERA ORTÍZ et al., 2011) e estão presentes em uma variedade frutas, flores e folhas que vão da cor vermelho-alaranjado, ao vermelho vivo, roxo e azul. Dentre as frutas amazônicas as com maior concentração de antocianinas destaca-se o açaí (*Euterpe Oleracea*) (MORTON et al., 2018). No entanto pouco se sabe sobre os efeitos da suplementação com açaí sobre a capacidade regenerativa ao dano muscular provocado pelo exercício.

Na literatura, o treinamento com saltos, além de apresentar elevado componente excêntrico, também exige uma alta produção de força em curtos intervalos de tempo (PAAVO V. KOMI, 2011). Estudos recentes relatam que protocolos envolvendo múltiplos saltos verticais são capazes de induzir o dano na musculatura (DA SILVA et al., 2020), com posterior acúmulo de espécies reativas de O₂ e N₂ (LEE et al., 2002). A suplementação com compostos ricos em antocianinas, presentes no açaí, poderiam ser uma estratégia para reduzir os danos na função muscular, bem como acelerar o processo regenerativo, além do baixo custo e fácil acesso quando comparado com outras modalidades de recuperação muscular.

Estudos que investigaram os efeitos da suplementação com frutos ricos em polifenóis, em especial antocianinas (*Tart Cherry*, *Montmorency Cherry* e *Pomegranate fruit*) tem mostrado resultados animadores quanto a recuperação da força, marcadores de dano muscular e sintomas da dor muscular induzida pelo exercício (DOMS) 24 e 48h após protocolos envolvendo exercício excêntrico (BOWTELL et al., 2011; CONNOLLY; MCHUGH; PADILLA-ZAKOUR, 2006; TROMBOLD et al., 2011). Os autores que utilizaram a suplementação com açaí associada ao exercício físico, indicaram efeitos positivos no aumento da performance, na atividade antioxidante, redução em marcadores sanguíneos de dano muscular, inflamação e percepção de esforço (SADOWSKA-KREPA et al., 2015, CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015, FANTINI 2017, VIANA et al., 2017, CRUZ et al., 2019, TERRAZAS et al., 2020).

No entanto, no melhor do nosso conhecimento, não foram encontrados estudos na literatura que tivessem avaliado os efeitos a suplementação com açaí sobre marcadores indiretos de dano e recuperação muscular após um protocolo de saltos. Portanto, o objetivo deste estudo foi o de avaliar os efeitos da suplementação com a açaí sobre marcadores sanguíneos de dano muscular, dor muscular tardia, produção de torque, arquitetura e qualidade muscular após protocolo de saltos. Hipotetizamos que a suplementação com o Açaí (*Euterpe Oleracea* Precatória) seria eficaz em reduzir os parâmetros de dano muscular analisados no presente estudo.

1. JUSTIFICATIVA

A presente proposta de investigação possui potencial de aplicação prática de seus resultados. São destacadas possíveis contribuições científicas do desenvolvimento deste projeto, e apontamos possíveis implicações do uso dos nossos resultados para embasar ou motivar ações de desenvolvimento tecnológico e ou de inovação, especialmente por envolver um fruto essencialmente amazônico, tendo em vista que o açaí é um importante fator socioeconômico para a região amazônica.

O açaí assim como outras frutas amazônicas tem sido objeto de estudo que mostraram as potencialidades das frutas amazônicas como alimentos ricos em polifenóis, em especial as antocianinas. Estudos tem mostrado que o consumo de açaí está associado a melhoras das capacidades antioxidantes e anti-inflamatórias, além de promover atividade cardioprotetora. Até o momento os estudos que utilizaram o açaí associados a intervenções com exercício físico em humanos tem reportado resultados positivos de maneira aguda sobre parâmetros aeróbios e de maneira crônica na capacidade antioxidante, redução do perfil lipídico e dano muscular induzido pelo exercício. Porém outros modelos de exercício físico, especialmente os que envolvem contrações excêntricas e outros parâmetros como a recuperação muscular e consequentemente a força, ainda não foram devidamente estudados.

Sob este ponto de vista, os resultados poderão indicar possibilidades ou necessidades que poderão fundamentar projetos tecnológicos e ou de inovação que poderão refletir novos produtos que poderão ser consumidos por praticantes de exercícios físicos em especial adeptos do treinamento de força.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da suplementação com açaí (*Euterpe Oleracea*) sobre o dano muscular provocados por protocolo de salto pliométrico.

3.2 Objetivo Específicos

Avaliar os efeitos da suplementação com açaí (*Euterpe Oleracea*) sobre marcadores de dano muscular e potencialização da recuperação pós exercício (algometria, EVA, flexibilidade, teste de salto máximo e eco-intensidade) provocados por protocolo de salto pliométrico.

4. REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Açaí supplementation (*Euterpe Oleracea*) associated with physical exercise in animals and human experimental studies: a scoping review

Introduction

Açaí is a spontaneous fruit in several areas of South America with the largest areas found in the Brazilian Amazon, especially in the states of Amazonas, Amapá and Pará (PANIAGUA-ZAMBRANA; BUSSMANN; MACÍA, 2017). Two açaí species are among the most consumed (*Euterpe precatoria* and *Euterpe oleracea*), however, *Euterpe Oleracea* is the most exported in Brazil. Regarding biochemical composition, the *Euterpe oleracea* polyphenols have been recently characterized (PACHECO-PALENCIA; DUNCAN; TALCOTT, 2009), while the precatory *Euterpe* açaí has shown 50% higher anthocyanin values than *Euterpe Oleracea* (PEIXOTO et al., 2016). In recent years, açaí has been notable among tropical fruits for its high phytochemical, antioxidant potential and its positive effects on health (CHANG; ALASALVAR; SHAHIDI, 2019; DE BONOMO et al., 2014) beyond its commercial potential (NERI-NUMA et al., 2018; SABBE; VERBEKE; DAMME, 2009). It is worth highlighting that the variety of phytochemicals, such as anthocyanins, flavanones, flavanonols, flavone-C-glycosides, flavones, dehydroflavonols, flavonols, phenolic acids, and procyanidins with antioxidant properties (YAMAGUCHI et al., 2015) present in açaí result in better antioxidant capacity (JENSEN et al., 2008), cancer-preventive (ROMUALDO et al., 2015), lipid-lowering (UDANI et al., 2011) and cardioprotective effects (ALQURASHI et al., 2016), among others.

According to Bezerra, Freitas-Silva, & Damasceno, (2016) (BEZERRA; FREITAS-SILVA; DAMASCENO, 2016), açaí is an important socioeconomic factor for the Amazon region. Besides being part of the food culture of these populations, it has also

been exported in the form of frozen pulp, dyes and used by the pharmaceutical, cosmetic and food industries. Moreover, according to the authors, in 2012 the national fruit production reached 817.2 thousand tons and was valued at US \$ 1.2 billion, with great potential for expansion. In the European market, açai has great commercial possibilities, especially because it is associated with natural, healthy and nutritious fruit juices, in addition to its tropical origin, and the existence of well-established national markets and processing industries (SABBE; VERBEKE; DAMME, 2009). Still, in relation to its processing, 12% of the production of processed açai in the world (BEZERRA; FREITAS-SILVA; DAMASCENO, 2016) is directed towards the production of energy and sports drinks. Indicating a positive association between the consumption of açai and the practice of physical exercises, which has been increasingly explored by marketing companies.

Regular practice of physical exercise promotes a series of health benefits such as reduced risk for the development of cardiovascular diseases (WEWEGE et al., 2018), cancer (REZENDE et al., 2018), and diabetes (PAN et al., 2018). However, muscle contraction when performed in a prolonged or intense manner generates an accumulation of reactive oxygen species (ROS) and nitric oxide (NO[•]) (POWERS; JACKSON, 2010). Although recent studies indicate the importance of a certain level of stress for cellular adaptations to occur (POWERS; NELSON; HUDSON, 2011), its excess can result in damage to the cell structures (MASON et al., 2016), compromising gene expression, regulating cell signaling pathways and modulating force generation leading to fatigue (MOOPANAR; ALLEN, 2005). Physical training has the ability to increase the activity of enzymes capable of neutralizing ROS (DE SOUSA et al., 2017). However, many practitioners of physical exercise use supplementation with antioxidants in order to increase body stocks and avoid the deleterious effects of oxidative stress (PASTOR, ROSARIO; TUR, [s.d.]). It is in this context, associated with the fruit's Amazonian origin, that açai consumption has significantly increased in recent years, especially among those adept in physical exercise.

Despite this, there are studies that have investigated the effects of açai supplementation linked with exercise. The evidence mapping on the topic will identify issues, considerations, and gaps in this body of literature, formulating recommendations for future research. Being able to help health professionals to better direct their studies of similar follow-ups, searches, and complements of existing disparities in the area, along with ramifications for studies not yet addressed. Furthermore, implementing açai supplementation in an appropriate way for athletes, patients and individuals who need it.

Initially, a search was carried out in the JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports, Cochrane Database of Systematic Reviews, CINAHL, PubMed and PROSPERO for some type of review on açai and exercise, with no study identified. Thus, we aimed to map research evidence from primary studies in animals and humans that examined the effects of açai supplementation associated with physical exercise protocols. The intention was to catalog which biochemical, physiological and performance results were investigated in these studies, as well as summarize the main methods used in the research field. We chose to conduct a scoping review as a way to synthesize the evidence, since the theme (açai and exercise) presents some novelty, which makes a systematic review unfeasible.(ANDERSON et al., 2008), in addition to capturing the relevant literature on the topic, regardless of the study design This can also be used to identify parameters and gaps in the literature(ARKSEY; O'MALLEY, 2005).

Methods

Protocol and registration

The protocol for this review was prepared using the reported items referenced for reviewing the scope of the PRISMA extension, and subsequently recorded on the Open science framework (OSF) platform with the digital object identifier (DOI): 10.17605 / OSF.IO / VS2WB, which can be accessed through the link osf.io/mc8d3.

Selection of Sources of Evidence

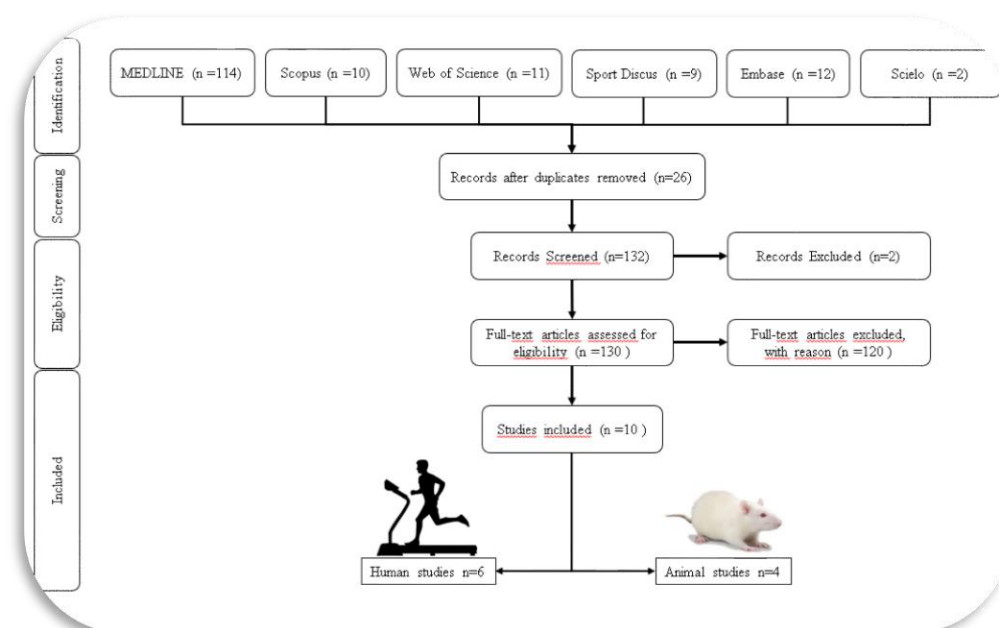


Figura 1 Diagrama de fluxo do estudo

2.3 Search Strategy

A scoping review was based on the Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual, which advocates the formulation of the research question, defined by "What are the effects of açai supplementation (*Euterpe Oleracea* Mart) associated with physical exercise when performed on animals and humans?". The inclusion criteria were established according to the acronym PCC for a scoping review: the participants (animal or human), the concepts (acute or chronic supplementation with açai) and the context (physical exercise). The records selection was made between September and October 2020 and the review in November 2020. The databases searched included: a) Medline (PubMed), b) Scopus, c) Web of Science, d) Sport Discus, e) Embase and f) Scielo. The descriptors (MeSH terms) and keywords used were "Açaí", "*Euterpe Oleracea* Mart." and "Exercise" filed by the "AND" and "OR" Boolean operator. The selected articles were read in full; the existence of other relevant records was verified by checking the references of the selected articles.

2.4 Eligibility criteria

To answer the research question, defined by "What are the effects of açai supplementation (*Euterpe Oleracea*) associated with physical exercise when performed on animals and humans?" some studies were included, being: experimental, observational and descriptive studies, without limitation of date or language. Also included were studies involving animals, regardless of species, as well as those that used human beings notwithstanding sex, age or physical fitness level. Studies that used other açai species (i.e. *Euterpe pectorata*, *Euterpe eudilis*) and review articles were excluded.

2.5 Data extraction

Data extraction took place between September and October 2020 and carried out by two independent authors. The selected articles were read in full; the existence of other relevant records was verified by checking the references of the selected articles. The extracted data were classified into four categories, both for animal and humans studies: Narel Paniagua-Zambrana et al.,(2017) characterization of the records (author, year of publication, country of origin, study objectives, type of study, population characteristics,

sample size); Lisbeth A. Pacheco et al., (2009) information regarding the methodologic procedures adopted for açai supplementation (supplementation form, intervention time, amount ingested) and exercise intervention (type of exercise, intensity and duration); Herbenya Peixoto et al., (2016) measured components (variables studied) and Larissa Freitas De Bonomo et al., (2014) açai coupled with exercise effect.

3. Results

3.1 Literature search

A total of 158 articles were considered eligible. After reading the titles and abstracts, 10 articles were included in the research, 4 with animals and 6 with humans.

Characteristics of included studies

Author	Animals (characteristics)	Intervention (Açai)	Intervention (Exercise)	Variables	Açai + Exercise effects
(ZAPATA-SUDO et al., 2014)	18 Wistar rats Control group n=6 Myocardial Infarction group=12 n=6 with açai supplementation, n=6 without açai supplementation	100 mg/kg/day açai seed extract, for 4 weeks.	Treadmill run until fatigue (8m/min, 12m/min, 18m/min with 3 min each step)	Performance total running distance Hemodynamic parameters SAP, DAP, left ventricular systolic pressure, left ventricular diastolic pressure, relaxation rate, cardiac hypertrophy Other rat weight, collagen volume of the left ventricle	Performance ↓exercise intolerance Hemodynamic parameters ↑SAP, ↑Left ventricular systolic pressure, ↓Left ventricular diastolic pressure, ↓cardiac hypertrophy Other ↓ Collagen Volume Fraction

de Bem et al., 2018 (DE BEM et al., 2018a)	40 diabetic rats n=10 rats (açai + exercise) n=10 rats (exercise) n=10 rats (açai + sedentary) n=10 rats (sedentary) 40 Control rats n=10 rats (açai + exercise) n=10 rats (exercise) n=10 rats (açai + sedentary) n=10 rats (sedentary)	200 mg /kg/day of açai seed extract for 4 weeks treadmill running (30 min /day; 5 day/week, during 4 weeks at 50 to 60% of the maximal velocity)	Serum assays TC, HDL, LDL, VLDL, TG, AST, ALT Western blotting LKB1, PLKB1, AMPK, pAMPK, SREBP-1C, ACC, pACC, MTP, ABCG5, ABCG8, HMGC0-A Others SOD, CAT, GPx, glycogen, liver weight, steatosis, carbonyl(plasma), carbony (liver), MDA(plasma), MDA(liver), 8-Isoprostane	Western Blotting ↓GL final, ↓MTP, ↓HMGC0A-R, ↑ABCG8, Other ↓liver weight, ↓steatosis, ↓carbonyl (plasma) ↓MDA (plasma), ↓% 8-isoprostane, ↑SOD (liver), ↑GPx (liver)	
de Bem et al., 2018; (DE BEM et al., 2018b)	40 diabetic rats n=10 rats (açai + exercise) n=10 rats (exercise) n=10 rats (açai + sedentary) n=10 rats (sedentary) 40 Control rats	GA: 200mg / kg / day açai seed extract. For 4 weeks. GC: nothing	Treadmill running (30 min /day; 5 day/week, during 4 weeks at 50 to 60% of the maximal velocity)	Lipid profile TC, VLDL, HDL, LDL, TG, HbA1c Western Blotting IR, AKT, pAKT, GLUT-4, pAMPK Serum Assays IL-6, TNFα, GLP-1, Leptin Other Insulin, HOMA-IR, HOMA-B	Diabetic group ↓HbA1C, ↓Insulin, ↓Homa-IR, ↓IR, ↑pAKT, ↑Adiponectin

	n=10 rats (açai + exercise)					
	n=10 rats (exercise)					
	n=10 rats (açai + sedentary)					
	n=10 rats (sedentary)					
Soares et al 2020 (DE ANDRADE SOARES et al., 2020)	81 Wistar rats n=17 sedentary n=14 sedentary + chronic ASE n=18 training n=17 training + chronic ASE n=15 training + acute ASE	200mg/kg/day for 5 weeks Training + ASE acute = 30 min before test	Treadmill running until fatigue (3m/min, increasing 4m/min every 3 min until exhaustion.	Performance total running distance time Western blotting p-eNOS, MDA, SOD, GPX, Catalase, NO2, P-AMPK/AMPK, SIRT-1, Nrf-2, PGC1 α Other Weight, glucose, lactate.	Performance <u>total running distance</u> : $\uparrow$ training + chronic ASE <u>time</u> : $\uparrow$ training + chronic ASE Western blotting Training + acute ASE $\uparrow$ p-eNOS, $\uparrow$ MDA Training + chronic ASE $\uparrow$ SOD, $\uparrow$ GPX, $\uparrow$ Catalase, $\uparrow$ NO2, $\uparrow$ P-AMPK/AMPK, $\uparrow$ SIRT-1, $\uparrow$ Nrf-2, $\uparrow$ PGC1 α	

Tabela 1 animal studies

Caption: GA: Açai Group; CG: Group Control; HE: hepatic steatosis; HbA1c: glycosylated hemoglobin; CT: total cholesterol; HDL: high density lipoprotein; LDL: low density lipoprotein; TG: triglyceride; VLDL: very low density lipoprotein; SBP: systolic blood pressure; DBH: diastolic blood pressure; IR: insulin receptor; AKT: protein kinase b; pAKT: phosphorylated protein kinase b; GLUT-4: glucose transporter 4; pAMPK:

protein kinase activated with phosphorylated adenosine monophosphate; IL-6: interleukin 6; TNF-alpha: tumor necrosis factor alpha; GLP-1: leptin and glucagon-like peptide-1; Anti-IL-6: anti-interleukin 6; Anti-TNF-alpha: anti-tumor necrosis factor alpha; anti-GLP-1: anti-leptin and glucagon-like peptide-1; HOMA-IR: evaluation of the homeostasis model - insulin resistance; HOMA-B: evaluation of the homeostasis model - B cell; HPLC: high performance liquid chromatography; MALDI-TOF: Time-of-flight mass spectrometry with matrix-assisted laser desorption; AST: aspartate aminotransferase; ALT: alanine aminotransferase; LKB1: liver kinase B1; pLKB1: phosphorylated liver kinase B1; AMPK: protein kinase activated by adenosine monophosphate; SREBP-1C: protein 1c binding to the sterol regulatory element of the transcription factor; ACC: acetyl CoA carboxylase; pACC: phosphorylated acetyl CoA carboxylase; MTP: microsomal triglyceride transfer protein; SOD: Superoxide dismutase; CAT: catalase. ABCG5: ATP Binding Cassette Subfamily G Member 5; ABCG8: ATP Binding Cassette Subfamily G Member 8; HMGCo-A: 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA reductase; MDA: Malondialdehyde; MAB: mesenteric arterial bed; PP: perfusion pressure; PGC1 α : gamma receptor co-activator activated by peroxisome proliferator; SIRT-1: sirtuin-1; nNOS: nitric oxide neuronal synthase; p-eNOS: phosphorylated nitric oxide synthase endothelium

Source of studies and characteristics of the animals evaluated

Few studies have evaluated the effects of açai supplementation and exercise in animal models, all of which are from Brazil (n = 4). The animal models reported in all studies involved Wistar rats (DE ANDRADE SOARES et al., 2020; DE BEM et al., 2018b, 2018a; ZAPATA-SUDO et al., 2014). Those examined had myocardial infarction (ZAPATA-SUDO et al., 2014), diabetes mellitus (DE BEM et al., 2018b, 2018a), and acute and chronic supplementation (DE ANDRADE SOARES et al., 2020).

Açai supplementation

A common feature in most of the studies was the 4-week intervention period (DE BEM et al., 2018b, 2018a; ZAPATA-SUDO et al., 2014), with the exception of one study (DE ANDRADE SOARES et al., 2020) that evaluated for 5 weeks. While the investigations by Bem et al., (2018), Bem et al., (2018) and Soares et al., (2020) applied 200mg / kg of açai seed stratum, and Zapata-Sudo et al. (2014) used 100 mg / kg daily.

Intervention with exercise

Treadmill running was implemented in all studies involving animal models. However, while Zapata-Sudo et al., (2014) performed only one intervention with running at progressive intensities, Bem et al., (2018), and Bem et al., (2018) accomplished protocols at an intensity between 50 and 60% of the maximum speed. Soares et al., (2020) achieved an intensity between 50 and 60% of the maximum speed during the training and 5 maximal stress tests (pre, 2nd, 3rd, 4th, and 5th week).

Investigated variables

Considering that the studies involved models of myocardial infarction and diabetes mellitus, the main variables analyzed were hemodynamics, related to glucose and hepatic metabolism. Oxidative stress, lipid profile, vascular function, mitochondrial biogenesis, and performance markers were also assessed.

Positive effects of açai associated with exercise in an animal model

Despite the study by Zapata-Sudo et al. (2014), having only used treadmill running to examine the effects of açai supplementation, his results indicated that infarcted rats when supplemented with açai showed improvements in exercise tolerance along with several hemodynamic parameters. On the other hand, in diabetic rats (DE BEM *et al.*,

2018b, 2018a), açai supplementation associated with running training shows significant improvements in liver markers (DE BEM et al., 2018b) and glucose metabolism (DE BEM et al., 2018a). Soares et al. (2020) reported that chronic ASE supplementation improves aerobic physical performance, increasing vascular function, reducing oxidative stress, and positively regulating the key proteins of mitochondrial biogenesis.

Author	Subjects (Characteristics)	Intervention (açai)	Intervention (exercise)	Variables	Açai + Exercise effects
Sadowska-Krępa 2015 (SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015)	7 men, obstacle jumpers. (Age: 16 to 18 years)	GA: 100ml Juice açai/day. For 42 days (6 weeks). GC: nothing	Sprint test of 300m (Begin) + 6 to 7 training sessions/week, with 90 min each session + Sprint test of 300m (End)	Muscle damage markers CK, LDH Antioxidant Markers SOD, GSH-Px, CAT GR Non-enzymatic activity GSH, Uric Acid, Total plasma polyphenols, TBARS Hemogram Total Cholesterol, HDL, LDL, TG, Total cholesterol/HDL, LDL/HDL, TG/HDL, AIP Other [La]	Antioxidant Markers ↑ GR after 1 hr recovery Non-enzymatic activity ↑GSH Pre-exercise ↑ Total Plasma Polyphenols Pre-exercise Hemogram ↓Total Cholesterol pre exercise and after 1hr recovery ↓LDL pre exercise and after 1 hr recovery ↓LDL/HDL pre exercise Other ↓[La] post-exercise

Carvalho- Peixoto 2015; (Carvalho- Peixoto et al., 2015	14 pentathletes (7 Açaí group and 7 Control group). (Age: 20 to 32 years)	GA: 300 ml of acai juice / day. For 3 + days. GC: 300 ml of yellow fruit juice / day for 3 days.	VO2 max test (treadmill) 5min to 60% VO2max Time to exhaustion at 90% VO2max	Performance Time to exhaustion at 90% VO2máx Muscle damage markers LDH, CK Hemogram Total Leukocytes, Lymphocytes, Semented cells, Ammonia, Urate, Urea, Creatinine, ALT, AST Oxidative stress marker MDA Antioxidant marker GPx Others C-RPE, L-RPE	Performance ↑ Time to exhaustion at 90% VO2máx Muscle damage markers ↑LDH[MR1] Hemogram Baseline ↓Lymphocytes, ↓Creatinine Post-Exercise to Exhaustion ↓Lymphocytes, ↓Ammonia, ↑ Urea, ↓Creatina Oxidative stress marker ↓MDA Others ↓ C-RPE during all time exhaustion test, ↓L-RPE 4th of time exhaustion test Study 01 Muscle damage markers
Fantini, 2017	Study 01: Açaí Group=10 men	Study 01: 4 capsules with 1g açaí	Study 01: 1RM leg press + VO2max test +	Study 01 Performance	Study 01 Muscle damage markers

Placebo Group= 10 men Age= 21years	extract per capsule. 2 capsules before protocol and 2 capsules after protocol	Downhill Running (15min) + T test (agility)	Agility performance, Vertical displacement	↓ Muscle soreness in hamstrings and quadriceps 24h and 48h after downhill running
Study 02 Açaí Group=10 men Placebo Group= 10 men Age= 21years	Study 02: 4 capsules with 1g açai extract per capsule. 2 capsules before protocol and 2 capsules after protocol	Study 02: 1RM leg press + VO2max test + Downhill Running (15min) + T test (agility)	Muscle damage markers Muscle soreness (Gastrocnemius, Hamstring, Quadriceps), Range of motion (Knee and Hip) Study 02 Muscle damage marker CK Inflammation marker CRP	Study 02 No effects

Viana 2017; (VIANA et al., 2017)	17 Bodybuilders. (Age: 21 to 42 years)	GA: 90 g sachet (2x 45g)/ day per 3 + days. GC: nothing	Warm Up (2 set of 15 reps) 1RM test	Hemogram Leucocytes, Ammonia, TG, TGP, Uric Acid, Creatinine Muscle damage markers CK, LDH Oxidative stress markers MDA Antioxidant Marker GPx	Hemogram ↓Leukocyte, ↓TGP Muscle damage markers ↓CK, ↓LDH Antioxidant Markers ↓GPx
Cruz 2019; (CRUZ et al., 2019)	14 runners (8 men açai Group) (6 men control Group) (Age: 24 to 48 years)	GA: 200 g açai pulp/ day (2x 100g) for 25 days. GC: No red fruits	10 km running test (Begin) Week 1= 26 km (4x/week) Week 2= 32 km (4x/week) Week 3= 28km (4x/week) 10 km running test (End)	Performance Time to 10km Muscle damage markers CK Others RPE, caloric intake, anthropometry	Muscle damage markers ↓CK 24h after 10 km running test

Terrazas 2020; (TERRAZAS et al., 2020)	10 cyclists (5 men açai Group)	GA: 400g pulp/ day for 15 days.	Incremental Test: bicycle starting at 150 W, +25 W every 2 minutes until exhaustion.	Performance Wmax HRT ATi	Performance ↑ATi
	(5 men control Group) (Age: 24 to 48 years)	GC: 400g placebo/ day for 15 days.		Antioxidant marker TEAC	Antioxidant marker ↑TEAC
				Oxidative stress marker TEAC	Oxidative stress marker ↓ MDA
				Oxidative stress markers MDA	Other ↓Lactate to 300W
				Anti-inflammatory markers IL-6 TNF-alfa	
				Others Lactate RPET	

Tabela 2 Human studies

Caption: GA: Açaí Group; CG: Group Control; CK: creatine kinase; RM: Maximum repetition; HLH: hemophagocytic lymph histiocytosis; GPT: Glutamic-pyruvate-transaminase; GPx: Glutathione peroxidase; W: Watts; DM: Muscle damage; DMT: Late muscle pain; CRP: C-reactive protein; LDH: Lactate dehydrogenase; HDL: high density lipoproteins; LA: Long and precise; SOD: Superoxide dismutase; GSH-Px: Glutathione

peroxidase; CAT: Catalase; GR: Glutathione reductase; GSH: Glutathione; TBARS: Substances reactive to thiobarbituric acid; TG: Transglutaminase; PIA: Acute intermittent porphyria; C-RPE: central assessment of perceived effort; L-RPE: local classification of perceived effort; ALT: Alanine aminotransferase; AST: Aspartate aminotransferase; GPT: glutamic-pyruvic transaminase; SPE: subjective perception of effort; TEAC: equivalent antioxidant capacity of Trolox; MDA: Malondialdehyde; IL-6: Interleukin 6, TNF-alpha: Tumor necrosis factor alpha; ATi: intensity of the anaerobic threshold; Wmax: maximum workload reached; RPET: classification of the perceived effort threshold; HRT: heart rate threshold; VO2max: maximum oxygen consumption.

Origin of studies and characteristics of participants

All studies were published from the year 2014 onwards. In articles with humans, most authors are from Brazil ($n = 5$)^(24–28) and only one article is from authors in Poland ($n = 1$)⁽²³⁾. Regarding the characteristics of the participants, only men, aged between 16 and 48 years were involved. In one of the studies analyzed⁽²⁶⁾, the participants engaged in strength training (bodybuilders), while the other participants performed aerobic predominance activities (runners and cyclists).

Acai supplementation and placebo

As for the time in which the participants received açaí supplementation, it is observed that 3 studies carried out acute supplementation, lasting from 3 to 5 days (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; FANTINI, 2017; VIANA et al., 2017), while the other studies conducted a longer supplementation, ranging from 15 to 42 days (CRUZ et al., 2019; SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015; TERRAZAS et al., 2020). The amount of açaí ingested daily varied from 100ml (SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015) to 300 ml (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015) of juice. In addition to juice, açaí was ingested as gel (90g / day) (VIANA et al., 2017) and pulp (dehydrated powder) in quantities of 5 g / day (FANTINI, 2017), 200g/day (CRUZ et al., 2019) a 400g/day (TERRAZAS et al., 2020). Only 50% of the studies employed a placebo. Carvalho-Peixoto et al., (2015) used 300 ml of yellow fruit juice / day for 3 days. Fantini, (2017) implemented powdered sugar capsules and Cruz et al., (2019) supplemented with non-red fruits.

Intervention with exercise

Of the 6 studies under analysis, 3 performed interventions with exercise lasting more than 15 days, (CRUZ et al., 2019; SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015; TERRAZAS et al., 2020) the others performed only 2 interventions (Control and Placebo). Running was the most applied form of training and evaluation, (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; CRUZ et al., 2019; FANTINI, 2017; SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015), followed by maximum strength tests (FANTINI, 2017; VIANA et al., 2017) and cycling (TERRAZAS et al., 2020).

Investigated variables

Performance indicators were considered in most of the studies presented, (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; CRUZ et al., 2019; FANTINI, 2017;

SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015; TERRAZAS et al., 2020; VIANA et al., 2017), however, with a wide variety of methods such as time to complete 10 km (CRUZ et al., 2019), exhaustion time of 90% $\text{VO}_{2\text{m}\text{ax}}$ (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015), time on agility tests, vertical displacement (FANTINI, 2017), maximum power on a cycle ergometer, heart rate and individual anaerobic threshold (TERRAZAS et al., 2020). CK and LDH were the main markers of muscle damage. Furthermore, markers of oxidative stress, antioxidant activities (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015; TERRAZAS et al., 2020; VIANA et al., 2017) and inflammatory (FANTINI, 2017; TERRAZAS et al., 2020) were considered, as well as blood count (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015; VIANA et al., 2017) and subjective parameters of effort intensity such as RPE (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; CRUZ et al., 2019; TERRAZAS et al., 2020).

Positive effects of açai associated with exercise in humans

Açai supplementation has demonstrated positive results in increasing exhaustion time to 90% $\text{VO}_{2\text{m}\text{ax}}$ (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015) and heightened intensity occurring in the anaerobic threshold (TERRAZAS et al., 2020). Exciting outcomes have also been found in muscle damage markers, where significant reductions in post-exercise CK and LDH have been reported (CRUZ et al., 2019; VIANA et al., 2017). A reduction in the lipid profile was observed (SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015), as well as lymphocytes both at rest and after exercise (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015) and leukocytes (VIANA et al., 2017). An increased activity of the antioxidant marker GR was also noted (SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015), along with TEAC (TERRAZAS et al., 2020) and GPx reduction (VIANA et al., 2017). On the other hand, decreased oxidative stress markers such as MDA were reported (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; TERRAZAS et al., 2020). Regarding lactate production, lower levels [La] were detected in submaximal intensities (TERRAZAS et al., 2020) and during the recovery process (SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015). Finally, it seems that açai supplementation is capable of reducing central and peripheral RPE (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015).

Discussion

The main objective of this study was to present the physiological, biochemical and performance effects caused by açai supplementation associated with physical exercise. To the best of our knowledge, this is the first review of studies that present this body of

evidence. Concerning the characteristics of açai supplementation, in the reviewed studies involving animals, the amounts used were 100 and 200mg / kg / day of seed stratum. This seed stratum application has been a strategy widely used by other authors (DA COSTA et al., 2012, 2017; DA SILVA CRISTINO CORDEIRO et al., 2018; DE MOURA et al., 2012; DE OLIVEIRA et al., 2015; TRINDADE et al., 2019). In a smaller amount, the use of pulp is observed (DE SOUZA MACHADO et al., 2016; PEREIRA et al., 2016). In human studies, on the other hand, the amount and shape varied from 100 to 300 ml of juice, 90 g / day of gel or up to 400 g / day of dehydrated food. In the literature, studies that used açai supplementation, without associating it with exercise, the use of 200g / day of pulp has been widely implemented (BARBOSA et al., 2016; UDANI et al., 2011). The juice (650ml / day) has also been recently applied (KIM et al., 2018).

In animals, supplementation with açai associated with exercise has been proven to alter several cardiovascular and hemodynamic indicators (ZAPATA-SUDO et al., 2014). The effects of açai consumption on the cardiovascular system were reviewed by Moura et al., (2016). The authors report that the polyphenols present in açai seeds increase the production of endothelial nitric oxide (NO) leading to relaxation of the endothelium. In addition, they are associated with the reduction of reactive oxygen species, regulating lipid metabolism in different pathological conditions. Although none of the human studies included in our review have assessed the effects of açai supplementation on cardiovascular and hemodynamic parameters, there are benefits in the literature of açai supplementation for vascular function (ALQURASHI et al., 2016).

According to the authors, significant increases of 1.4% after 2h and 0.8% after 6h in flow-mediated brachial artery dilation have been reported. Conversely, studies that supplemented with açai and monitored the blood pressure response did not report significant changes (ALQURASHI et al., 2016; BARBOSA et al., 2016; UDANI et al., 2011). We believe that this is associated with the fact that they used healthy people. We encourage the development of future studies associating açai supplementation and a hypertensive public to confirm or refute the effects on the pressure response.

Authors as Bem et al., (2018), who employed an animal model, reported significant improvements in markers related to glucose homeostasis when açai supplementation was associated with physical exercise. The authors suggest that the association between açai and exercise may involve the reduction of hyperinsulinemia, activation of insulin signaling in muscle and fat tissue, elevation of GLP-1 levels and an anti-inflammatory capacity, contributing to the improvement of insulin sensitivity. Even

though açai consumption is recommended as a complementary therapeutic strategy for diabetes treatment (DEVALARAJA; JAIN; YADAV, 2011; MOHAMED, 2014), to the best of our knowledge, no human studies have been developed associating its ingestion with glucose homeostasis markers in diabetics.

In another study presented in our review, Bem et al., (2018) evaluated the liver function of diabetic rats. According to the authors, the positive results observed were due to the AMPK-mediated decrease in hepatic lipogenesis, inhibition of VLDL and TG assembly and secretion via the MTP pathway. Besides there was an increased excretion of cholesterol in bile by the ABCG8 transporter and the antioxidant property that contributes to reduced lipids and improved liver metabolism. Reduction in hepatic steatosis in rats supplemented with açai was also reported by (Guerra et al., 2015). The authors state that açai supplementation increases adiponectin levels, insulin sensitivity and PPAR- α -mediated fatty acid oxidation. The combination of these factors would reduce the accumulation of fats in the liver. No studies have been found in humans that have evaluated the effects of açai supplementation on liver function.

Our review indicated that the association between açai supplementation and exercise was able to increase antioxidant capacity, (DE BEM et al., 2018b; SADOWSKA-KRĘPA et al., 2015; TERRAZAS et al., 2020; VIANA et al., 2017), reduce oxidative stress (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; DE BEM et al., 2018a; TERRAZAS et al., 2020) and decrease muscle damage markers (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; CRUZ et al., 2019; VIANA et al., 2017), indicating a lower inflammatory response. According to Neri-Numa et al., (2018), açai is composed of large amounts of antioxidants, such as anthocyanins, protoanthocyanidin, flavonoids, phenolic acids, and resveratrol, which would be responsible for such responses as per the authors. In addition, a great deal of research has investigated its effects on antioxidant, anti-inflammatory and oxidative stress, both in animal models (ALEGRE, 2020; DE FREITAS CARVALHO et al., 2019; XIE et al., 2011) and human models (BARBOSA et al., 2016).

5. Future directions

This scoping review provided an overview of the effects of açai supplementation associated with exercise in humans and animals. As far as we know, this is the first study with that objective. We understand that the low number of articles related to the themes are limitations for the development of a systematic review, which reinforces the importance of the synthesis of evidence through a scoping review.

In animals, where pathological models can be better controlled, supplementation with açai and exercise has shown encouraging results in the improvement of hemodynamic, hepatic parameters of glucose metabolism and performance. In humans, previous results indicate positive effects for increased performance and antioxidant activity as well as a reduction in muscle damage markers, inflammation, and perceived exertion. However, the wide variety of methodologies employed (quantity and form of supplementation, exercise modalities, previous experience, and duration of interventions) are still barriers to a better understanding of the phenomena involved.

Based on previous results and in order to support new research on the subject, the following is suggested for animals: a) açai supplementation and exercise in obese models, b) analysis of histological and histochemical parameters caused by the association of açai supplementation and eccentric exercises. For humans studies, our recommendations include: a) an investigation of the effects of açai supplementation in eccentric damage protocols with the incorporation of muscle quality variables to assess recovery, b) chronic açai supplementation and strength training; c) a comparison of the different forms of açai supplementation in protocols that involve exercises. There are several applications for açai supplementation both for athletes and normal individuals who seek greater physical performance in specific practices, as well as for those aiming to improve the regenerative process, identified by physical activity. Therefore, it is recommended that physical exercise practitioners utilize açai supplementation, due to the various anti-inflammatory and antioxidant factors already addressed in the study, which indicate promoting benefits without presenting contraindications for its use in moderation and adequate monitoring.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Abordagem experimental do problema

O estudo foi classificado como randomizado, cruzado, duplo-cego e controlado por placebo. Os participantes realizaram o mesmo protocolo em dois momentos diferentes com intervalo de 7 dias de *wash out* entre eles (Figura 1). O protocolo de avaliação envolveu 8 etapas: 1) análise dos marcadores sanguíneos; 2) avaliação da arquitetura e qualidade muscular por meio do ultrassonografia; 3) determinação da DOMS por meio da algometria; 4) aquecimento em esteira rolante; 5) avaliação da dor muscular de início

tardio (escala visual) nos membros inferiores; 6) contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensores e flexores do joelho, avaliados antes do protocolo de saltos, por meio de um dinamômetro isocinético; 7) protocolo de saltos com contra-movimento (CMJ); e 8) CIVM de extensores e flexores do joelho avaliados imediatamente após o protocolo de saltos. As etapas de 1 a 6 foram repetidas 24, 48 e 72 horas, com intuito de verificar a recuperação dos parâmetros de dano muscular causado pelo protocolo de saltos.

A ordem para o consumo de açaí ou placebo foi randomizada. Os pesquisadores responsáveis pelos testes (TMPR, GGA, LP) estavam cegos quanto à alocação dos participantes ao tratamento. Um único pesquisador (MR) foi responsável pela randomização do açaí e do placebo. Este pesquisador foi instruído a não informar aos sujeitos ou aos demais pesquisadores sobre o tratamento utilizado em cada sessão de teste. Durante a suplementação com açaí e placebo, os indivíduos receberam inicialmente sete garrafas opacas com 40g de pó (20 g de açaí desidratado + 20g de maltodextrina ou 40g de maltodextrina com aroma de açaí). Foi solicitado que fosse adicionado 200 ml de água, agitasse e consumisse tudo em uma única vez. Todo o preparo e envase do açaí ou placebo foi realizado pelo pesquisador (EL). Os participantes foram instruídos a não praticarem atividades físicas intensas, ingestão de álcool ou ingestão de café 24 h antes dos testes. O estudo teve duração de 3 meses (outubro a dezembro de 2021).

5.2 Participantes

Fizeram parte do estudo 12 homens fisicamente ativos (27.5 ± 6.41 anos, 82.7 ± 13.0 kg, e 24.2 ± 8.9 %G). Os critérios de inclusão foram: (a) ter idade entre 18 e 40 anos, (b) ser fisicamente ativo de acordo com o IPAQ, (c) não ter praticado treinamento de força nos três meses que precedem o estudo. Os critérios de exclusão foram: (a) ser tabagista, (b) portador de doenças ou processos infecciosos ou inflamatórios visíveis ou conhecidos c) histórico de lesão em membros inferiores nos últimos 6 meses d) usuário de medicamentos, fitoterápicos, substâncias ergogênicas, tais como creatina, arginina e cafeína, ou suplementos de micronutrientes. Todos os procedimentos metodológicos foram aprovados pelo comitê de ética onde o estudo foi desenvolvido (CAAE: 02233018.0.0000.5020). Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 1)

5.3 Protocolo de testes.

Na figura 2 estão representadas todas as etapas e da pesquisa.

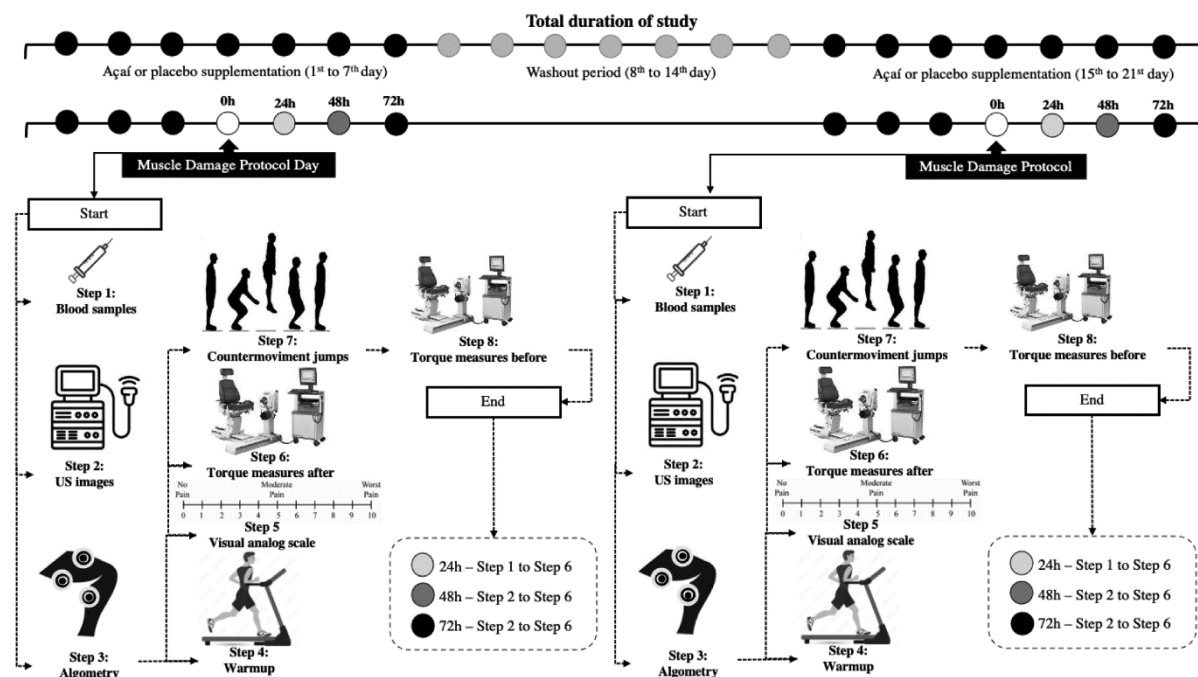


Figura 2: Fluxograma das coletas de dados e período de washout

5.4 Marcadores sanguíneos

Amostras de sangue (10 ml) foram coletadas da veia ulnar para determinar a atividade da creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox (TEAC). As coletas foram realizadas antes (0h) e 24h após o protocolo de saltos. As amostras foram centrifugadas (10 min, a 3500 rpm) para separar o plasma que foi armazenado a -80 °C para posterior determinação da atividade das enzimas creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH). Foram usados kits comerciais enzimáticos. O ensaio para a determinação do TEAC baseou-se na reação de ativação da metamioglobulina como peroxidase na presença do radical 2,2'-Azino-Bis (3- ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) - ABTS. A descoloração de radicais ABTS⁺ foram gerados pela adição de persulfato de potássio a solução de ABTS. A coloração azul-esverdeada gerada pelo ABTS foi detectada no comprimento de onda de 734nm em espectrofotômetro.

5.5 Avaliação da arquitetura e qualidade muscular

Todas as avaliações envolvendo ultrassonografia (US) foram realizadas por um único pesquisador experiente (TMPR). Para avaliar a arquitetura e a qualidade muscular foi usado Sistema de ultrassonografia modo B (Mindray, China) com uma sonda linear-array operando a 32 Hz (60 mm, 7,5 MHz, profundidade de 6,0 cm, sem filtro de imagem). A arquitetura do músculo VL foi determinada através de medidas realizadas com o sujeito em decúbito dorsal e joelho em extensão total. Todos os voluntários foram instruídos a não realizar nenhuma atividade física vigorosa por 48 horas antes dos testes (BRUNO MANFREDINI BARONI 1, JEAM MARCEL GEREMIA, RODRIGO RODRIGUES, RODRIGO DE AZEVEDO FRANKE, KIROS KARAMANIDIS, 2013). A qualidade muscular avaliada pela eco-intensidade foi determinada para os músculos Vasto Lateral (VL), Reto Femural (RF) e Gastrocêmio Medial (GM). Três imagens de US foram obtidas para cada músculo com o sujeito em repouso. A sonda de US foi coberta com gel de transmissão hidrossolúvel e posicionada longitudinalmente às fibras musculares e perpendicular à pele a 50% (RF, VL) e 30% (GM) da distância entre o sulco poplíteo e o maléolo lateral (JEAM MARCEL GEREMIA, BRUNO MANFREDINI BARONI, FÁBIO JUNER LANFERDINI, RODRIGO RICO BINI, FRANCESCA CHAIDA SONDA, 2018). A sonda de US foi ajustada na superfície da pele, paralela às aponeuroses superficial e profunda, e com nitidez do tecido conjuntivo intramuscular perimísio hiperecóico alinhado. O alinhamento da sonda foi considerado adequado quando as aponeuroses superficiais e profundas eram paralelas e vários fascículos podiam ser facilmente delineados sem interrupção na imagem (BRUNO MANFREDINI BARONI 1, JEAM MARCEL GEREMIA, RODRIGO RODRIGUES, RODRIGO DE AZEVEDO FRANKE, KIROS KARAMANIDIS, 2013)

As imagens de US foram analisadas pelo *software* Image J (linha reta, cor da linha: amarelo, versão 1.48v, National Institutes of Health, Bethesda, MA, Estados Unidos). A eco-intensidade (EI) foi determinada de acordo com Caresio et al., (2014) estudo obtendo a média dos músculos em escala de cinza. O IE médio foi determinado usando uma função padrão de histograma em escala de cinza e expresso como um valor entre 0 (preto) e 255 (branco). O melhor fascículo (ou seja, o fascículo que pode ser visto em sua totalidade desde sua inserção na aponeurose profunda até a aponeurose superficial, ou até a extremidade do campo de visão da sonda de US) em cada imagem foi usado para

análise do comprimento do fascículo (CF) e ângulo de penetração (AP). O CF foi considerado como o comprimento do trajeto fascicular entre as aponeuroses superficial e profunda. Quando as extremidades dos fascículos estavam fora da imagem US, o CF foi estimado conforme recomendado em estudos anteriores (SÉVERINE ABELLANEDA, NATHALIE GUISSARD, 2009). O AP foi calculada como o ângulo entre o fascículo muscular e a aponeurose profunda. A espessura muscular (EM) foi definida como a distância entre as aponeuroses profunda e superficial e foi calculada através do valor médio de cinco linhas paralelas traçadas em ângulo reto entre as aponeuroses superficial e profunda ao longo de cada imagem ultrassonográfica. Todas as medidas realizadas durante o estudo foram realizadas pelo mesmo pesquisador com ampla experiência em US, que desconhecia a identidade dos participantes e o momento em que cada imagem US foi obtida.

5.6 Dor muscular de início tardio

O DOMS foi quantificado sempre pelo mesmo avaliador (TMPR) usando uma escala de 10 pontos da escala visual em que 0 (zero) significava ausência de dor e 10 (dez) uma dor excessiva. Os participantes foram questionados sobre i) DOMS local na região dos músculos VL, RF e GM após o avaliador pressionar com um dinamômetro manual (área de contato 1x1cm) a pressão de 50N e ii) DOMS geral nos membros inferiores após aquecimento de 5 minutos em esteira na velocidade de 5km/h.

5.7 Contração voluntária isométrica máxima

A contração isométrica voluntária máxima (CVMI) foi executada num dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Biodex Medical Systems, United States) com o sujeito sentado e o quadril flexionado a 85° (0°= extensão total do quadril). A CVMI de extensores e flexores foi avaliado com o joelho a 90° e 70° respectivamente (180° joelho totalmente estendido). As avaliações foram realizadas antes do protocolo de saltos, imediatamente após, 24h, 48h e 72h após. A CVMI tanto para extensores quanto para flexores avaliado antes (Pré) e nos dias subsequentes (24, 48 e 72h), foram determinados a partir da melhor dentre 3 tentativas. A CVMI imediatamente após o protocolo de saltos teve apenas uma tentativa para os extensores e flexores do joelho.

5.8 Protocolo de dano muscular

O protocolo para a indução ao dano muscular foi semelhante ao proposto por Orsatto et al., (2019) e consistiu em 10 séries de 10 saltos contra-movimento máximos com intervalo de 1 minuto entre as séries. A fim de evitar o rebound effect foi considerado um intervalo de descanso de 14 dias entre os protocolos de salto (Figura 1).

5.9 Suplementação com Açaí ou Placebo

Cada participante esteve envolvido com o estudo 21 dias, sendo 7 dias com suplementação de açaí ou placebo, um período de 7 dias de wash-out e novamente 7 dias com a inversão dos grupos. Dos 12 participantes, 50% iniciaram a intervenção consumindo açaí. Todos receberam um kit idênticos contendo 7 garrafas opacas de 200ml contendo 40g com açaí ou placebo, sendo a ingestão iniciada três dias antes do protocolo de saltos e finalizado 72h após (Vide figura 1). O Grupo Placebo (GP) recebeu maltodextrina saborizada com aroma artificial de açaí, enquanto o Grupo Açaí (GA) recebeu o produto oriundo de sementes da *Euterpe Precatória*. Optou-se pela utilização do açaí liofilizado para facilitar o processo de cegamento dos participantes. A quantidade fornecida aos participantes (40g) equivale a aproximadamente a 400g de polpa utilizada no estudo de Terrazas et al., (2020). Dados sobre as características nutricionais estão descritas na tabela 03.

	40g	%VD*
Calorias (Kcal)	180	9
Total de carboidratos (g)	27.6	1.38
Proteínas (g)	0	0
Total de gorduras (g)	7.6	0.38
Gorduras saturadas (g)	1.6	0.12
Gorduras trans (g)	0	0
Colesterol (mg)	0	0
Fibras dietéticas (g)	0.8	0
Sódio (mg)	4.8	1.15
Vitamina C (mg)	400	100
Vitamina D (mcg)	0	0

Polifenóis Totais (mg)	760	**
Total de Antocianinas (mg)	36.8	**

(*)A % do valor diário (DV) informa o quanto um nutriente em uma porção de comida contribui para uma dieta diária. 2.000 calorias por dia são usadas para aconselhamento nutricional geral.

(**) %DV indefinido

Tabela 03: Composição nutricional do açaí consumido.

5.9.1 Procedimentos estatísticos

Os dados foram apresentados por meio da estatística descritiva (valores médios e desvios padrão). A análise de esfericidade foi realizada utilizando o teste de Mauchly's e a normalidade pelo teste de *Shapiro Wilk*. Foi utilizada a análise de variância de dois fatores para medidas repetidas (ANOVA *two-way*) e o teste complementar de Bonferroni para detectar o efeito do tempo (0, 24, 48 e 72h) e do tratamento (Açaí ou Placebo) bem como as interações tempo x tratamento. Todas as análises foram realizadas usando-se o programa SPSS for Windows e o nível de significância assumido foi de 0,05.

6. RESULTADOS

Em relação as concentrações de CK (Figure 3a), diferenças significativas foram observadas em relação ao tempo ($p=0,008$). Em ambos os grupos, os valores de 24h (GA = 769 ± 1065 U/l e GP = 833 ± 1091 U/l) apresentaram maiores valores (24h, $p = 0,008$) quando comparado com o pré (GA = 152 ± 118 U.I e GP = 133 ± 126 U.I). Os mesmos resultados foram encontrados para o LDH (Figure 2b), com diferença significativa em relação ao tempo ($p=0,001$). Onde em ambos os grupos, os valores de 24h (GA = 258 ± 94 U.I e GP = 266 ± 109 U.I) apresentaram maiores valores ($p = 0,01$) quando comparado com o pré (GA = 192 ± 65 U.I e GP = 196 ± 57 U.I). Em relação ao percentual de mudanças de TEAC (Figura 2c) observou-se tanto efeito do tempo ($p = 0,002$) quanto tratamento ($p = 0,001$), onde no GA ocorreu um aumento de 11% em relação ao período de 0h.

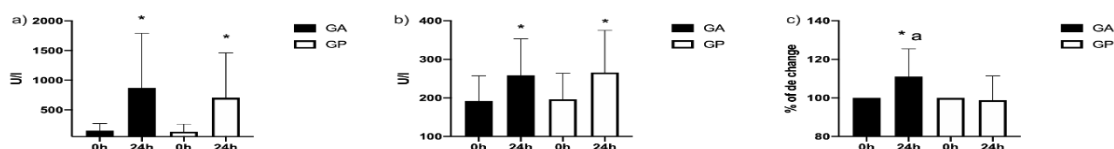


Figura 3: Concentração de CK, LDH e TEAC antes e 24h pós protocolo de salto para os grupos açaí e placebo. * diferença de 0h, a diferença do grupo placebo.

Na figura 4 (4a e 4b), estão apresentados os valores referentes ao comprimento do fascículo do VL e o ângulo de penetração do VL, respectivamente. Para ambos os parâmetros, não foram reportadas significância estatística para tempo, tratamento e nem interação (tempo-tratamento). Já em relação a espessura muscular do VL (Figure 4c), foram encontradas diferenças significativas somente em relação ao tempo ($p=0.006$), onde em ambos os grupos observamos diferenças significativas ($p=0,028$) quando comparamos os valores pré ($GA = 2.00 \pm 0.19$ cm e $GP = 2.00 \pm 0.22$ cm) com os valores obtidos após 72h ($GA = 2.09 \pm 0.21$ cm e $GP = 2.10 \pm 0.19$ cm). Em relação a intensidade do eco do VL (Figure 4d), foram encontradas diferenças significativas somente em relação ao tempo ($p = 0.001$). Para ambos os grupos os valores de 24h ($GA = 30.11 \pm 9.98$ U.I e $GP = 32.00 \pm 7.38$ U.I) e 48h (Grupo $GA = 30.40 \pm 9.67$ U.I e $GP = 31.06 \pm 8.15$ U.I) apresentaram valores superiores (24h, $p = 0.008$ e 48h, $p = 0.037$) quando comparados com os valores de pré ($GA = 26.79 \pm 7.56$ U.I e $GP = 28.35 \pm 5.52$ U.I). Além disso, também foram observados valores estatisticamente superiores, em ambos os grupos, quando comparado os valores de 72h ($p=0.041$; $GA = 27.62 \pm 8.63$ U.I e $GP = 28.83 \pm 6.13$ U.I) com os valores relativos a 48h. Para a intensidade do eco relativo ao RF (Figure 4e), diferenças significativas foram observadas em relação ao tempo ($p=0.01$). Em ambos os grupos, os valores de 72h ($GA = 26.23 \pm 6.72$ U.I e $GP = 27.56 \pm 6.08$ U.I) apresentaram diferenças significativamente inferiores ($p = 0.01$) quando comparados com 48h ($GA = 27.8 \pm 7,0$ U.I e $GP = 30.5 \pm 5.7$ U.I). Por fim, a intensidade do eco relativo ao GM (Figure 4f) indicou diferenças significativas somente em relação ao tempo ($p = 0.002$). Onde em ambos os grupos os valores de 24h ($GA = 29 \pm 6.6$ U.I e $GP = 27.68 \pm 6.35$ U.I) foram estatisticamente superiores aos valores de 0h ($GA = 26.55 \pm 6.44$ U.I e $GP = 25.10 \pm 5.73$ U.I). Também foram observadas diferenças significativas quando comparado os parâmetros de 24h ($p = 0.004$) e 48h ($p = 0.02$) com 72h. Esses resultados indicam que os valores referentes a 72h ($GA = 26.17 \pm 5.5$ U.I e $GP = 23.9 \pm 4.3$ U.I) foram inferiores aos analisados em 24h ($GA = 29.0 \pm 6.66$ U.I e $GP = 27.6 \pm 6.35$ U.I) e 48h ($GA = 26.9 \pm 4.9$ U.I e $GP = 26.3 \pm 4.73$ U.I).

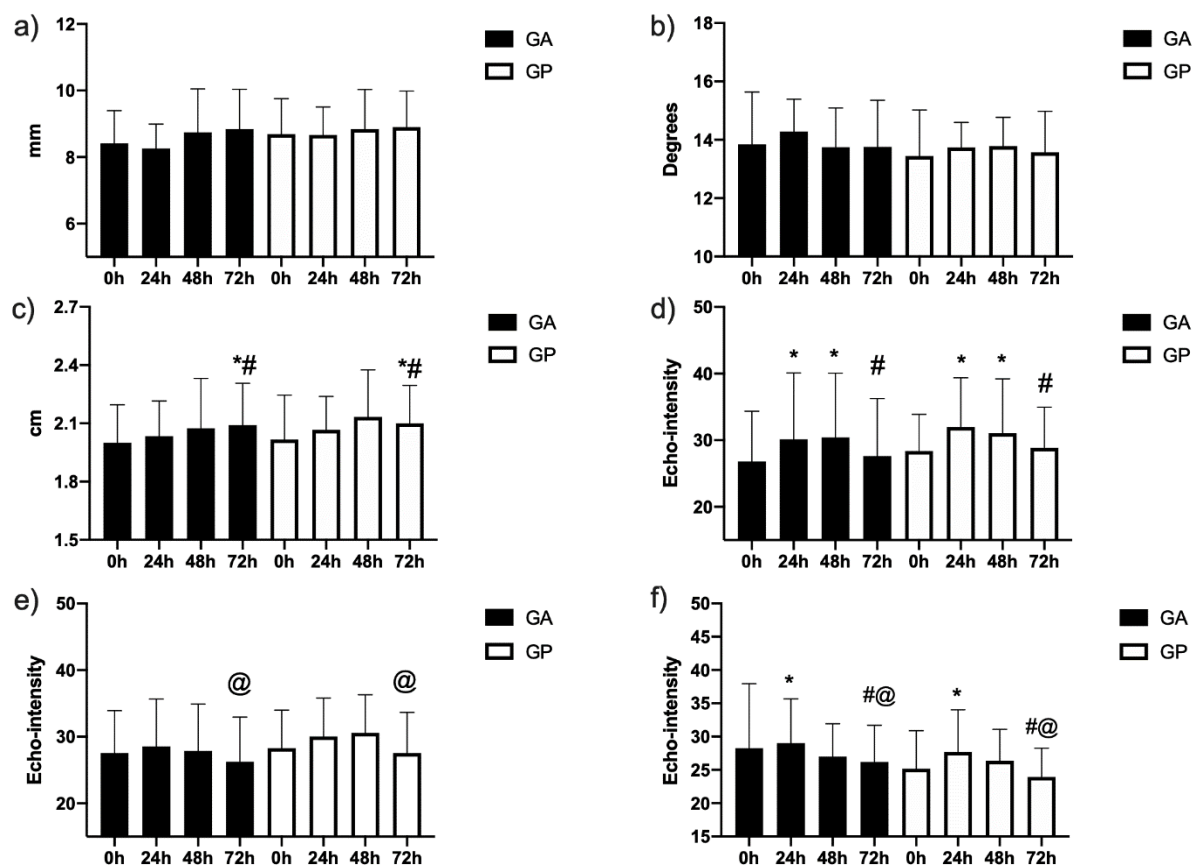
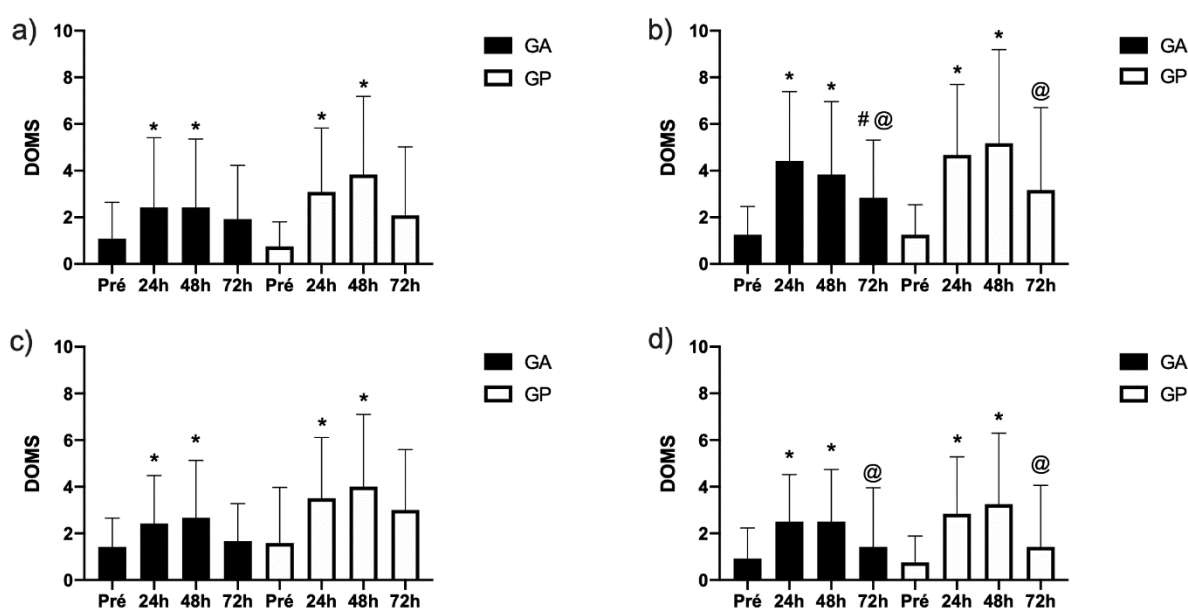


Figura 4: Espessura muscular do VL (a), ângulo de penação d VL (b) comprimento do fascículo do VL (c) e intensidade de eco do VL (d), RF (e) e GM (e) durante o tempo de intervenção para GA e GP. Onde: * diferença de 0h, # diferença de 24h e @ diferença de 48h.

Para DOMS avaliada no RF (Figure 5a) diferenças significativas foram observadas somente em relação ao tempo ($p = 0,001$). Em ambos os grupos, os valores de 24h (GA = $2,41 \pm 2,99$ U.I e GP = $3,08 \pm 2,74$ U.I) e 48h (GA = $2,41 \pm 2,93$ U.I e GP = $3,83 \pm 3,35$ U.I) apresentaram diferenças significativamente superiores (24h, $p = 0,045$ e 48h, $p = 0,045$) quando comparado com o pré (GA = $1,08 \pm 1,56$ U.I e GP = $0,75 \pm 1,05$ U.I). Da mesma forma, para VL (Figure 5b) diferenças significativas foram observadas em relação ao tempo ($p = 0,0001$). Em ambos os grupos, os valores de 24h (GA = $4,41 \pm 2,96$ U.I e GP = $4,66 \pm 3,025$ U.I) e 48h (GA = $3,83 \pm 3,12$ U.I e GP = $5,16 \pm 4,01$ U.I) apresentaram diferenças significativas quando comparado com o pré (GA = $1,25 \pm 1,21$ U.I e GP = $1,25 \pm 1,28$ U.I) e 72h (GA = $2,83 \pm 2,48$ U.I e GP = $3,16 \pm 3,53$ U.I). Também foram observados valores estatisticamente superiores, em ambos os grupos, quando comparado os valores de 24h ($p = 0,005$) com os valores de 72h. Para o GM (Figure 5c),

também foram observadas diferenças significativas somente em relação ao tempo ($p=0,001$). Em ambos os grupos, os valores de 24h (GA = $2,41 \pm 2,06$ U.I e GP = $3,50 \pm 2,61$ U.I) e 48h (GA = $2,66 \pm 2,46$ U.I e GP = $4,00 \pm 3,10$ U.I) apresentaram valores superiores (24h, $p = 0,07$ e 48h, $p = 0,011$) quando comparado com o pré (GA = $1,41 \pm 1,24$ U.I e GP = $1,58 \pm 2,39$ U.I). Por fim, os dados da DOMS Geral (Figure 5d), apresentaram diferenças significativas somente em relação ao tempo ($p = 0,003$). Em ambos os grupos, os valores de 24h (GA = $2,50 \pm 2,02$ U.I e GP = $2,83 \pm 2,44$ U.I) e 48h (GA = $2,50 \pm 2,23$ U.I e GP = $3,25 \pm 3,04$ U.I) apresentaram diferenças significativas (24h, $p = 0,024$ e 48h, $p = 0,30$) quando comparado com o pré (GA = $0,91 \pm 1,31$ U.I e GP = $0,75 \pm 1,13$ U.I). Também foram observados valores estatisticamente superiores, em ambos os grupos, quando comparado os valores de 48h ($p = 0,033$) com os valores de



72h (GA = $1,66 \pm 1,61$ U.I e GP = $3,00 \pm 2,59$ U.I).

Figura 5: Valor de DOMS para RF (a), VL (b), GM (c) e pós-aquecimento em esteira (d) durante o tempo de intervenção para Grupo Açaí (GA) e Grupo Placebo (GP). * diferença de 0h, # diferença de 24h e @ diferença de 48h.

Quanto a recuperação dos valores de pico de torque isométrico (PTI) dos extensores do joelho (Figure 6a), foram observadas mudanças significativas apenas no tempo ($p = 0,001$). Onde em ambos os grupos, os valores de PTI imediatamente após protocolo de saltos (GA = 206 ± 76 N/m e GP = 190 ± 65 N/m) foram estatisticamente inferiores ($p < 0,001$) em comparação aos valores pré (GA = 308 ± 61 N/m e GP $291 \pm$

45 N/m). Além disso, em ambos os grupos foram observados valores estatisticamente superiores ($p < 0.001$) para os períodos de 24h (GA = 285 ± 76 N/m e GP = 260 ± 55 N/m), 48h (GA = 295 ± 53 N/m e GP = 292 ± 66 N/m) e 72h (GA = 307 ± 75 N/m e GP = 282 ± 51 N/m) quando comparado com os valores de PTI avaliados após protocolo de saltos. Por fim, também para ambos os grupos foram observados valores de PTI estatisticamente superiores para 48h ($p = 0.028$) e 72h ($p = 0.038$) quando comparados com os valores de 24h.

Quando avaliado os efeitos sobre a recuperação do PTI dos flexores do joelho (Figure 6b), foi observada interação significativa tempo-tratamento ($p = 0.028$), onde GA apresentou uma recuperação superior nos períodos de 24h (108 ± 23 N/m e $p = 0.019$) e 72h (113 ± 31 N/m e $p = 0.004$) quando comparado ao GP para (24h com 92 ± 24 N/m e 72h com 98 ± 26 N/m). Além disso, no GA o PTI imediatamente após o protocolo de saltos ($85,5 \pm 35,3$ N/m) foi inferior quando comparado aos momentos pré ($107,3 \pm 24,8$ N/m) 24h ($108,0 \pm 23,9$ N/m), 48h ($104,7 \pm 25,4$ N/m) e 72h ($113,9 \pm 31,3$ N/m), enquanto que para o GP o PTI 24h ($92,4 \pm 24,5$ N/m) após o protocolo de saltos foi menor em comparação ao momento pré ($105,8 \pm 27,6$ N/m) e 48h ($100,6 \pm 28,4$ N/m). Estes resultados indicam que o GA apresentou recuperação do PTI dos flexores do joelho após 24h do protocolo de saltos, por outro lado, o GP recuperou os valores de PTI apenas 48h após o protocolo

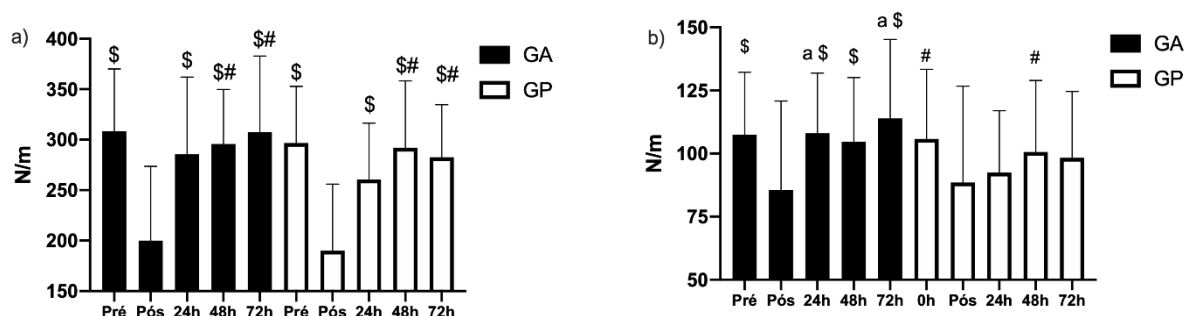


Figura 6: CVMI dos extensores do joelho (a) e flexores do joelho (b) durante o tempo de intervenção para GA e GP. #diferença em relação a 24h, \$ diferença em relação ao Pós, a indica diferença em relação ao GP.

7. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi o de testar os efeitos da suplementação com açaí sobre a recuperação muscular após um protocolo de saltos. Nossa hipótese era que em função do açaí ser rico em antocianinas e estas possuírem propriedades antioxidante e

anti-inflamatórias (AGUILERA ORTÍZ et al., 2011), sua suplementação seria capaz de promover uma recuperação muscular mais rápida quando comparada ao placebo. Nossos principais achados indicam que o protocolo de saltos utilizado foi capaz de promover danos duradouros as estruturas musculares, porém em relação a suplementação com açaí, ele mostrou-se superior ao placebo apenas para a recuperação do PTI de flexores do joelho.

Apesar do potencial que o açaí possui enquanto alimento, os poucos estudos que o associaram ao exercício físico ou avaliaram seus efeitos crônicos (CRUZ et al., 2019; SADOWSKA-KREPA et al., 2015; TERRAZAS et al., 2020) ou não utilizaram protocolos geradores de grandes danos musculares como corrida em esteira e teste de 1RM (CARVALHO-PEIXOTO et al., 2015; FANTINI, 2017; VIANA et al., 2017). No melhor de nosso conhecimento este foi o primeiro estudo que avaliou os efeitos do consumo do açaí sobre marcadores indiretos de recuperação após um protocolo de indução ao dano muscular.

Nossos resultados indicaram que 100 saltos máximos foram capazes de elevar a DOMS em ambos os tratamentos, sendo seu pico atingido entre 24 e 48h após. Nossos achados corroboram com Orssatto et al., (2019) e Kons et al., (2020) que também observaram maiores valores de DOMS em 24 e 48h após protocolo semelhante de saltos. Os resultados para o GA não foram melhores em relação ao GP. Dentre os estudos que associaram a suplementação com açaí e exercício somente Fantini, (2017) relatou resultados positivos da suplementação com açaí em relação ao placebo na dor muscular do quadríceps e posteriores da coxa nos períodos de 24h e 48h, após corrida em declive. Outros estudos que utilizaram diferentes estratégias de recuperação muscular também falharam em obter vantagens em relação ao DOMS quando comparado ao grupo controle (ORSSATTO et al., 2019; DA SILVA CRISTINO CORDEIRO et al., 2018).

Valores de CK e LDH são marcadores do estado funcional do tecido muscular (BRANCACCIO et al., 2008), e em nosso estudo mostrou-se sensível ao protocolo de saltos, indicando elevações significativas após 24h. No entanto, para ambos os marcadores não houveram diferenças significativas entre os grupos. Os estudos que associaram a suplementação com açaí e exercício indicam resultados contraditórios. Enquanto Carvalho-Peixoto et al., (2015) reportaram elevações significativas nas concentrações de LDH no grupo que consumiu suco de açaí (300 ml por 3 dias) após teste de exaustão em corrida a 90%VO_{2máx}, Viana et al., (2017) relataram reduções significativas tanto em CK quanto LDH com o consumo de açaí (90g sachet / dia por 3 dias) após um treino com

cargas equivalentes a 80% de 1 RM. Da mesma forma, Cruz et al., (2019) avaliaram os efeitos crônicos (25 dias) de uma suplementação com 200g de polpa de açaí e relataram reduções nas concentrações de CK após 24h de uma corrida simulada de 10 km. Ao contrário dos demais estudos que avaliaram CK e LDH, somente o nosso realizou o cruzamento dos grupos, ou seja, os mesmos indivíduos participaram de ambos os grupos, isso exclui possíveis efeitos intra-indivíduo. No entanto, apesar de nossos participantes serem fisicamente ativos, diferenças na idade e massa muscular podem ter contribuído para uma maior variabilidade entre os sujeitos (BRANCACCIO et al., 2008). Em relação ao TEAC um aumento significativo após 24h para GA não está totalmente claro. Esperávamos que haveria uma redução deste marcador, uma vez que a atividade física intensa tende a reduzir as reservas antioxidantes (KLISZCZEWICZ et al., 2015). Nossa hipótese para este comportamento seria uma resposta antioxidante indireta da suplementação com açaí, onde o seu consumo ativaria uma cascata enzimática capaz de desencadear um complexo gerador de antioxidantes ainda não explicado na literatura.

A capacidade de gerar força muscular é considerada o melhor marcador indireto de dano muscular (GØRAN PAULSEN, ULLA RAMER MIKKELSEN, TRULS RAASTAD, 2012). Em relação a PTI dos extensores do joelho, nosso estudo observou uma redução significativa imediatamente após o protocolo de saltos quando comparado com o Pré para ambos os grupos. Tal comportamento é indicativo que o protocolo de saltos foi capaz de causar fadiga neuromuscular nos grupos musculares envolvidos com a atividade de salto. Em ambos os grupos, o PTI dos extensores mostrou-se recuperada 48h e 72h após o protocolo de saltos. Já para o PTI dos flexores do joelho o GA apresentou recuperação do PTI 24h após o protocolo de saltos, enquanto no GP a recuperação do PTI foi alcançada apenas 48h após o protocolo de saltos. Além disso, os valores de PTI 24 e 72h após protocolo foram superiores para o GA quando comparado ao GP. No melhor de nosso conhecimento, este foi o primeiro que avaliou os efeitos da suplementação com açaí sobre a recuperação do PT após protocolo de dano muscular. O fato da suplementação com açaí mostrar efeitos positivos apenas para os flexores do joelho não está totalmente claro, uma vez que em atividades de saltos verticais, tanto o VL quanto o RF possuem picos de ativação eletromiográfica superiores, quando comparados ao BF e GM, indicando uma grande participação dos extensores do joelho na realização do movimento (MACKENZIE, 2014).

Estudos que utilizaram suplementação com antioxidantes apresentam dados conflitantes em relação a recuperação da força isométrica após protocolo envolvendo

dano muscular. Bailey et al. (2011) suplementaram com um misto de vitamina C e E e posteriormente realizaram 90 minutos de corrida intermitente em formato vai e vem. Os autores não encontraram diferenças significativas em relação ao placebo. Por outro lado, McLeay et al., (2012) suplementaram com *New Zealand blueberry* e posteriormente realizaram 300 contrações excêntricas. Os autores relataram que apesar de uma tendência a uma maior recuperação tanto da força concêntrica quanto para excêntrica, somente a força isométrica apresentou uma recuperação mais acelerada quando comparada ao placebo.

Nosso estudo é pioneiro em avaliar indicadores de arquitetura e qualidade muscular associando suplementação de açaí e dano muscular. Em relação aos parâmetros de arquitetura muscular somente a espessura muscular do VL mostrou-se sensível a mudanças após o protocolo de saltos. Nossos resultados indicam que a espessura muscular após 72h esteve significativamente mais elevada quando comparado com 0h e 24h, porém sem diferenças entre os grupos. Nossos dados estão em acordo com os achados de (CHEN et al., 2010). Os autores mediram a espessura muscular por meio de ultrassonografia para observar as alterações no edema muscular causado por DOMS após exercício de contração excêntrica e relataram que o edema inflamatório e a síntese proteica resultaram em edema 2 dias após a indução de DOMS e proliferação de tecido conjuntivo 3 a 4 dias após, com grande aumento da espessura do músculo.

A análise da intensidade do eco também tem sido usada predominantemente na literatura para representar dano tecidual (conjuntivo e muscular) além de inflamação, onde um aumento da intensidade do eco, ou seja, imagem mais clara) tem sido sugerido para representar o acúmulo de células inflamatórias entre fibras musculares (NOSAKA; CLARKSON, 1996; RADAELLI, REGIS¹; BOTTARO, MARTIM²; WILHELM, EURICO N.¹; WAGNER, DALE R.³; PINTO, 2012). No nosso estudo, o protocolo de saltos foi efetivo para aumentar a eco-intensidade, porém sem diferença entre os grupos. Para todos os músculos avaliados o pico de eco-intensidade ocorreu entre 24 e 48h após, sendo o VL o músculo que apresentou as maiores mudanças. Orsatto et al., (2020) realizaram um protocolo semelhante ao nosso com o objetivo de induzir o dano muscular e também relatam resultados semelhantes para VL e RF.

Nosso estudo possui pontos fortes e limitações. Dentre eles merecem destaque

- a) O uso de um desenho de estudo randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, onde cada participante realizou os mesmos protocolos duas vezes com um intervalo de *washout* entre as intervenções deu validade interna e reduziu o viés do avaliador;
- b)

inclusão em nossas análises marcadores de DOMS subjetivos, sanguíneos, funcionais e de imagem, fornecendo assim um panorama mais completo do processo de recuperação muscular. No entanto, nosso estudo apresentou limitações como: a) avaliação de marcadores sanguíneos de danos musculares bioquímicos (CK e LDH) somente em dois momentos (0h e 24h), inviabilizando uma análise mais completa da cinética desses marcadores, c) restrição da análise de imagens apenas de extensores do joelho e flexor plantar, d) utilização de uma mistura (açai + maltodextrina) o que pode ter afetado a pureza e absorção; e) não controle de espécies reativas de O₂ e capacidade antioxidante na fase inicial da suplementação. Assim, estudos futuros devem se concentrar em ampliar o tempo de análise desses marcadores, incluir análises de imagens na musculatura flexora do joelho, testar dosagens mais elevadas e puras de açai desidratado, monitorar os estoque de antioxidantes corporais antes da intervenção e incluir também parâmetros de torque de concêntrico e excêntrico.

8. CONCLUSÃO

A partir de nossos resultados podemos concluir que o protocolo de saltos utilizado foi efetivo para causar dano muscular, sendo perceptível alterações até 72h após o protocolo. Em relação a suplementação com açai, esta foi capaz de elevar a capacidade antioxidante avaliada pelo TEAC, porém não promoveu vantagem na DOMS, CK, LDH, PTI de extensores de joelho, arquitetura e qualidade muscular quando comparados ao placebo. Exceção feita apenas para PTI dos flexores do joelho, onde o GA recuperou mais rapidamente a capacidade de gerar torque (24h) quando comparado com GP (48h). Este estudo teve respostas positivas quanto a indução do dano muscular e as suas alterações. Embora não encontramos resultados tão favoráveis, fica a sugestão para futuras pesquisas, através de ajustes na manipulação do açai, tempo do efeito (agudo ou crônico) e em relação aos marcadores sanguíneos uma coleta mais prolongada.

9.0 REFERÊNCIAS

AGUILERA ORTÍZ, M. et al. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS. **Biotechnia**, v. 13, n. 2, p. 16–22, ago. 2011.

ALEGRE, P. Euterpe Oleracea Mart. (Açai) Reduces Oxidative Stress and Improves Energetic Metabolism in Myocardial Ischemia-Reperfusion Injury in Rats. **Arq Bras Cardiol**, 2020.

ALQURASHI, R. M. et al. Consumption of a flavonoid-rich acai meal is associated with acute improvements in vascular function and a reduction in total oxidative status in healthy overweight men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 104, n. 5, p. 1227–1235, 2016.

ANDERSON, S. et al. Asking the right questions: Scoping studies in the commissioning of research on the organisation and delivery of health services. **Health Research Policy and Systems**, v. 6, p. 1–12, 2008.

ARKSEY, H.; O'MALLEY, L. Scoping studies: Towards a methodological framework. **International Journal of Social Research Methodology: Theory and Practice**, v. 8, n. 1, p. 19–32, 2005.

BARBOSA, P. O. et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. **Nutrition**, v. 32, n. 6, p. 674–680, 2016.

BEZERRA, V. S.; FREITAS-SILVA, O.; DAMASCENO, L. F. Açai: produção de frutos, mercado e consumo. **Resumos**, p. 19, 2016.

BOWTELL, J. L. et al. Montmorency cherry juice reduces muscle damage caused by intensive strength exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 8, p. 1544–1551, 2011.

BRANCACCIO, P. et al. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. **Clinics in Sports Medicine**, v. 27, n. 1, p. 1–18, jan. 2008.

BRUNO MANFREDINI BARONI 1, JEAM MARCEL GEREMIA, RODRIGO RODRIGUES, RODRIGO DE AZEVEDO FRANKE, KIROS KARAMANIDIS, M. A. V. Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: rectus femoris vs. vastus lateralis. **Muscle Nerve**, 2013.

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. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 40, n. 7, p. 725–733, 2015.

CHANG, S. K.; ALASALVAR, C.; SHAHIDI, F. Superfruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects – A comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 10, p. 1580–1604, maio 2019.

CHEN, T. C. Effects of a second bout of maximal eccentric exercise on muscle damage and electromyographic activity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 2, p. 115–121, 2003.

CHEN, T. C. et al. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. **European Journal of Applied Physiology** 2010 111:2, v. 111, n. 2, p. 211–223, set. 2010.

CLARKSON, P. M. Eccentric exercise and muscle damage. **Int J Sports Med**, 1997.

CONNOLLY, D. A. J.; MCHUGH, M. P.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 8, p. 679–683, 2006.

CRISTINA CARESIO, FILIPPO MOLINARI, GIORGIO EMANUEL, M. A. M. Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors. **Clin Physiol Funct Imaging**, 2014.

CRUZ, I. A. et al. Effects of chronic supplementation of açaí on the muscle damage in track runners. **Journal of Physical Education (Maringá)**, v. 30, n. 1, p. 1–11, 2019.

DA COSTA, C. A. et al. Euterpe oleracea Mart.-derived polyphenols prevent endothelial dysfunction and vascular structural changes in renovascular hypertensive rats: Role of oxidative stress. **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, v. 385, n. 12, p. 1199–1209, 2012.

DA COSTA, C. A. et al. Effect of Euterpe oleracea Mart. Seeds Extract on Chronic Ischemic Renal Injury in Renovascular Hypertensive Rats. **Journal of Medicinal Food**, v. 20, n. 10, p. 1002–1010, 2017.

DA ROSA ORSSATTO, L. B. et al. Photobiomodulation therapy does not attenuate fatigue and muscle damage in judo athletes: A randomized, triple-blind, placebo-controlled trial. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. JUN, p. 1–11, 2019.

DA SILVA CRISTINO CORDEIRO, V. et al. Euterpe oleracea Mart. seed extract protects against renal injury in diabetic and spontaneously hypertensive rats: role of inflammation and oxidative stress. **European Journal of Nutrition**, v. 57, n. 2, p. 817–832, 2018.

DA SILVA, K. G. et al. Estimativa do torque muscular de extensores do joelho de idosos baseado em testes de desempenho físico funcional. **ConScientiae Saúde**, v. 19, n. 1, p. e18247, 2020.

DE ANDRADE SOARES, R. et al. Açaí (Euterpe oleracea Mart.) seed extract improves aerobic exercise performance in rats. **Food Research International**, v. 136, n. July, p. 109549, 2020.

DE BEM, G. F. et al. Antidiabetic effect of euterpe oleracea mart. (açai) extract and exercise training on high-fat diet and streptozotocin-induced diabetic rats: A positive interaction. **PLoS ONE**, v. 13, n. 6, p. 1–19, 2018a.

DE BEM, G. F. et al. Euterpe oleracea Mart. (açai) seed extract associated with exercise training reduces hepatic steatosis in type 2 diabetic male rats. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 52, p. 70–81, 2018b.

DE BONOMO, L. F. et al. Açai (Euterpe oleracea Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, 2014.

DE FREITAS CARVALHO, M. M. et al. Effects of açai on oxidative stress, ER stress, and inflammation-related parameters in mice with high fat diet-fed induced NAFLD. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–11, 2019.

DE 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. 3–4, p. 262–269, 2012.

DE OLIVEIRA, P. R. B. et al. Euterpe oleracea Mart.-derived polyphenols protect mice from diet-induced obesity and fatty liver by regulating hepatic lipogenesis and cholesterol excretion. **PLoS ONE**, v. 10, n. 12, p. 1–16, 2015.

DE SOUSA, C. V. et al. The Antioxidant Effect of Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 2, p. 277–293, 2017.

DE SOUZA MACHADO, F. et al. Subchronic treatment with acai frozen pulp prevents the brain oxidative damage in rats with acute liver failure. **Metabolic Brain Disease**, v. 31, n. 6, p. 1427–1434, 2016.

DEVALARAJA, S.; JAIN, S.; YADAV, H. Exotic fruits as therapeutic complements for diabetes, obesity and metabolic syndrome. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1856–1865, 2011.

ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Muscle fatigue: What, why and how it influences muscle function. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 11–23, 2008.

FANTINI, A. P. **THE EFFECTS OF ACAI (EUTERPE OLERACEA MART) ON DELAYED MUSCLE SORENESS (DOMS) IN COLLEGIATE MALE ATHLETES AND NON-ATHLETES**, 2017.

GØRAN PAULSEN, ULLA RAMER MIKKELSEN, TRULS RAASTAD, J. M. P. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? **Exerc Immunol Rev**, 2012.

I MARKUS # 1, K CONSTANTINI, J R HOFFMAN, S BARTOLOMEI, Y. G. Exercise-induced muscle damage: mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. **Eur J Appl Physiol**, 2021.

JEAM MARCEL GEREMIA, BRUNO MANFREDINI BARONI, FÁBIO JUNER LANFERDINI, RODRIGO RICO BINI, FRANCESCA CHAIDA SONDA, M. A. V. Time course of neuromechanical and morphological adaptations to triceps surae isokinetic eccentric training. **Phys Ther Sport**, 2018.

JENSEN, G. S. et al. In vitro and in vivo antioxidant and anti-inflammatory capacities of an antioxidant-rich fruit and berry juice blend. Results of a pilot and randomized, double-blinded, placebo-controlled, crossover study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 18, p. 8326–8333, 2008.

KIM, H. et al. Açai (: Euterpe oleracea Mart.) beverage consumption improves biomarkers for inflammation but not glucose- or lipid-metabolism in individuals with metabolic syndrome in a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. **Food and Function**, v. 9, n. 6, p. 3097–3103, 2018.

KLISZCZEWICZ, B. et al. Acute Exercise and Oxidative Stress: CrossFit™ vs. Treadmill Bout. **Journal of Human Kinetics**, v. 47, n. 1, p. 81–90, 2015.

LEE, J. et al. Eccentric exercise effect on blood oxidative-stress markers and delayed onset of muscle soreness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 3, p. 443–448, 2002.

MACKENZIE, S. J. R. J. L. A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean, and jump squat. **Journal of Sports Sciences**, 2014.

MASON, S. A. et al. Muscle redox signalling pathways in exercise. Role of antioxidants. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 29–45, 2016.

MCBRIDE, JEFFREY M.; KRAEMER, WILLIAM J.; TRIPLETT-MCBRIDE, TRAVIS; SEBASTIANELLI, W. Effect of resistance exercise on free radical production. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 1, p. 67–72, 1998.

MCLEAY, Y. et al. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, n. 1, maio 2012.

MOHAMED, S. Functional foods against metabolic syndrome (obesity, diabetes, hypertension and dyslipidemia) and cardiovascular disease. **Trends in Food Science and Technology**, v. 35, n. 2, p. 114–128, 2014.

MOOPANAR, T. R.; ALLEN, D. G. Reactive oxygen species reduce myofibrillar

Ca²⁺ sensitivity in fatiguing mouse skeletal muscle at 37°C. **Journal of Physiology**, v. 564, n. 1, p. 189–199, 2005.

MORTON, R. W. et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. **British journal of sports medicine**, v. 52, n. 6, p. 376–384, 2018.

MYBURGH, K. H. Polyphenol supplementation: Benefits for exercise performance or oxidative stress? **Sports Medicine**, v. 44, n. SUPPL.1, 2014.

NERI-NUMA, I. A. et al. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345–360, 2018.

NOSAKA, K.; CLARKSON, P. M. Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 28, n. 8, p. 953–961, 1996.

PAAVO V. KOMI. **NEUROMUSCULAR ASPECTS OF SPORT PERFORMANCE**, 2011. (Nota técnica).

PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food Chemistry**, v. 115, n. 4, p. 1199–1205, 2009.

PAN, B. et al. Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and network meta-analysis. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 15, n. 1, p. 1–14, 2018.

PANIAGUA-ZAMBRANA, N.; BUSSMANN, R. W.; MACÍA, M. J. The socioeconomic context of the use of *Euterpe precatoria* Mart. and *E. oleracea* Mart. in Bolivia and Peru. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 13, n. 1, p. 1–17, 2017.

PASTOR, ROSARIO; TUR, J. A. Antioxidant Supplementation and Adaptive Response to Training: A Systematic Review. [s.d.].

PEIXOTO, H. et al. An Anthocyanin-Rich Extract of Acai (*Euterpe precatoria* Mart.) Increases Stress Resistance and Retards Aging-Related Markers in *Caenorhabditis elegans*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 6, p. 1283–1290, 2016.

PEREIRA, R. R. et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) Upregulates Paraoxonase 1 Gene Expression and Activity with Concomitant Reduction of Hepatic Steatosis in High-Fat Diet-Fed Rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, 2016.

PINGITORE, A. et al. Exercise and oxidative stress: Potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. **Nutrition**, v. 31, n. 7–8, p. 916–922, 2015.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. 運動誘発生酸化ストレス. v. 88, n. 4, p. 1243–1276, 2010.

POWERS, S. K.; NELSON, W. B.; HUDSON, M. B. Exercise-induced oxidative stress in humans: Cause and consequences. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 51, n. 5, p. 942–950, 2011.

RADAELLI, REGIS1; BOTTARO, MARTIM2; WILHELM, EURICO N.1; WAGNER, DALE R.3; PINTO, R. S. Time Course of Strength and Echo Intensity Recovery After Resistance Exercise in Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2012.

RAFAEL LIMA KONS, LUCAS BET DA ROSA ORSSATTO, RAPHAEL LUIZ SAKUGAWA, JORGE NELSON DA SILVA JUNIOR, FERNANDO DIFENTHAELER, D. D. Effects of stretch-shortening cycle fatigue protocol on lower limb asymmetry and muscle soreness in judo athletes. **Sports Biomech**, 2020.

REZENDE, L. F. M. DE et al. Physical activity and cancer: an umbrella review of the literature including 22 major anatomical sites and 770 000 cancer cases. **British journal of sports medicine**, v. 52, n. 13, p. 826–833, 2018.

ROMUALDO, G. R. et al. Protective effects of spray-dried açai (Euterpe oleracea Mart) fruit pulp against initiation step of colon carcinogenesis. **Food Research International**, v. 77, p. 432–440, 2015.

SABBE, S.; VERBEKE, W.; DAMME, P. VAN. Analysing the market environment for açai (Euterpe oleracea Mart.) juices in Europe. **Fruits**, v. 64, n. 5, p. 273–284, 2009.

SADOWSKA-KRĘPA, E. et al. Effects of supplementation with acai (Euterpe oleracea Mart.) berry-based juice blend on the blood antioxidant defence capacity and lipid profile in junior hurdlers. A pilot study. **Biology of Sport**, v. 32, n. 2, p. 161–168, 2015.

SÉVERINE ABELLANEDA, NATHALIE GUISSARD, J. D. The relative lengthening of the myotendinous structures in the medial gastrocnemius during passive stretching differs among individuals. **J Appl Physiol (1985)**, 2009.

SOMERVILLE, V.; BRINGANS, C.; BRAAKHUIS, A. Polyphenols and Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 1589–1599, 2017.

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. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 7, p. 2985–2995, 2020.

TRINDADE, P. L. et al. Antiadipogenic effects of açai seed extract on high fat diet-fed mice and 3T3-L1 adipocytes: A potential mechanism of action. **Life Sciences**, v. 228, n. April, p. 316–322, 2019.

TROMBOLD, J. R. et al. The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 1782–1788, 2011.

UDANI, J. K. et al. Effects of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: A pilot study. **Nutrition Journal**, v. 10, n. 1, p. 1–7, 2011.

URSO, M. L.; CLARKSON, P. M. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. **Toxicology**, v. 189, n. 1–2, p. 41–54, 2003.

VIANA, D. S. et al. Biochemical assessment of oxidative stress by the use of açai (*Euterpe oleracea martius*) gel in physically active individuals. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 1, p. 90–96, 2017.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.

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, p. 162–171, 2018.

XIE, C. et al. Açai juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and anti-inflammatory activities. **Atherosclerosis**, v. 216, n. 2, p. 327–333, 2011.

YAMAGUCHI, K. K. D. L. et al. **Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review**. [s.l.] Elsevier Ltd, 2015. v. 179

ZAPATA-SUDO, G. et al. Oral treatment with *Euterpe oleracea* Mart. (açai) extract improves cardiac dysfunction and exercise intolerance in rats subjected to myocardial infarction. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 14, p. 2–7, 2014.