



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Presidente Prudente

AMANDA NAGÃO AKIMOTO

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO AÇAÍ NO SISTEMA
CARDIOVASCULAR, AUTONÔMICO E ESTRESSE
OXIDATIVO.**

Presidente Prudente
2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Campus de Presidente Prudente

AMANDA NAGÃO AKIMOTO

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO AÇAÍ NO SISTEMA
CARDIOVASCULAR, AUTONÔMICO E ESTRESSE
OXIDATIVO.**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Ciências do
Movimento da Faculdade de
Ciências e Tecnologia,
UNESP/Campus de Presidente
Prudente, para obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Vitor
Engrácia Valenti

Presidente Prudente
2022

A315a	<p>Akimoto, Amanda Nagáo</p> <p>Aspectos fisiológicos do açaí no sistema cardiovascular, autonômico e estresse oxidativo / Amanda Nagáo Akimoto. -- Presidente Prudente, 2022</p> <p>77 p.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente</p> <p>Orientador: Vitor Engrácia Valenti</p> <p>1. Açaí. 2. Exercício. 3. Sistema nervoso autônomo. 4. Estresse oxidativo. 5. Sistema cardiovascular. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO AÇAÍ NO SISTEMA CARDIOVASCULAR,
AUTÔNOMICO E ESTRESSE OXIDATIVO

AUTORA: AMANDA NAGÁO AKIMOTO

ORIENTADOR: VITOR ENGRACIA VALENTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências do Movimento,
área: Intervenção pelo Movimento na Saúde e no Desempenho pela Comissão Examinadora:

Prof(a). Dr(a). LUIZ CARLOS DE ABREU (Participação Virtual)
Departamento de Educação Integrada em Saúde / Universidade Federal do Espírito Santo

Prof(a). Dr(a). RODRIGO DAMINELLO RAIMUNDO (Participação Virtual) **VIDEOCONFERÊNCIA**
Departamento de Fisiologia e Morfologia / Faculdade de Medicina do ABC

Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI (Participação Virtual) **VIDEOCONFERÊNCIA**
Departamento de Fisioterapia e Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia / Faculdade de Ciências e
Tecnologia, UNESP/Presidente Prudente

Prof. Dr. VITOR ENGRACIA VALENTI (Participação Virtual) **VIDEOCONFERÊNCIA**
Departamento de Fonoaudiologia / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília

Presidente Prudente, 21 de janeiro de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida, por iluminar as minhas decisões e me abençoar todos os dias.

Aos meus pais e ao meu irmão por todo carinho e amor a todo o momento e principalmente por todo apoio e compreensão durante os momentos difíceis. Meu amor é incondicional. Muito obrigada por tudo!

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Vitor Engrácia Valenti, por quem tenho grande carinho, admiração, gratidão e respeito como pessoa e profissional. Muito obrigada pela sua paciência, atenção, incentivo e principalmente por me acompanhar e ajudar desde a primeira aula da graduação até este momento.

Agradeço aos professores, em especial aos membros da banca, por todo ensinamento, incentivos, dedicação, paciência e experiências compartilhadas! Vocês são exemplos que quero seguir nessa jornada acadêmica e por quem eu tenho grande admiração e respeito.

A todos os meus amigos, em especial a Giovanna, Anne Micheli, Letícia, Thiago, Vinicius, Isabella e Gabriel, muito obrigada pela amizade, risadas, apoio, experiências e carinho.

Aos membros do Centro de Estudos do Sistema Nervoso Autônomo (CESNA) pelo compartilhamento de conhecimento e por todo companheirismo; e aos meus co-orientandos pela oportunidade, confiança e aprendizado!

À Larissa e ao Augusto pelos ensinamentos, apoio, companhia e por se disponibilizarem em acompanhar as coletas de sangue do projeto; ao Fernando pela disponibilidade em ensinar e me acompanhar durante a escrita da revisão; e aos membros do Laboratório de Farmacologia e Terapêutica Experimental da FAMEMA pela parceria na realização das análises sanguíneas; e aos voluntários que se disponibilizaram em participar do projeto!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”
Cora Coralina

RESUMO

Introdução: A ingestão de produtos naturais e ricos em antioxidantes demonstram possíveis benefícios na redução do estresse oxidativo, na melhora da atividade física e no bem-estar do indivíduo; sendo o açaí (*Euterpe oleracea*) um fruto brasileiro que vem ganhando espaço devido as suas características nutricionais, diversos estudos vêm sendo realizados, mas pouco se sabe sobre seu efeito na prática de atividade física. **Objetivo:** Analisar os efeitos do consumo do açaí sobre o estresse oxidativo, parâmetros cardiovasculares e autonômicos após exercício . **Métodos:** I) Revisão sistemática sobre os efeitos do açaí sobre os parâmetros fisiológicos e bioquímicos no exercício; II) Desenvolvimento de pesquisa sobre os efeitos da ingestão aguda de açaí sobre a recuperação autonômica da frequência cardíaca, parâmetros cardiovasculares e bioquímicos após exercício máximo em homens fisicamente ativos. **Resultados:** I) foram encontrados 5 artigos com o tema proposto, no qual foi possível observar que homens jovens e adultos fisicamente ativos apresentaram redução do estresse oxidativo e muscular, melhora no parâmetro imunológico, respostas cardiorrespiratórias e performance quando fizeram a suplementação com açaí. II) homens adultos fisicamente ativos que ingeriram açaí antes do exercício apresentaram uma recuperação autonômica e cardiovascular mais rápida quando comparado ao placebo no pós-exercício. **Conclusão:** O açaí (*Euterpe oleracea*) aparenta ser um bom aliado quando utilizado antes de uma atividade física, visto que o mesmo conseguiu reduzir o estresse oxidativo e apresentar uma recuperação pós-exercício mais rápida dos parâmetros cardiovasculares e autonômico em homens fisicamente ativos.

Palavras-chave: Açaí; Exercício; Sistema nervoso autônomo; Estresse oxidativo; Sistema cardiovascular.

ABSTRACT

Introduction: The intake of natural products rich in antioxidants demonstrates possible benefits in reducing oxidative stress, improving physical activity and well-being; as açai (*Euterpe oleracea*) a Brazilian fruit that has been gaining space due to its nutritional characteristics, several studies are being carried out, but little is known about its effect on physical activity. **Objective:** Analyze the possible effects of açai in exercise in humans. **Method:** I) Systematic review about the effects of açai on physiological and biochemical parameters in exercise; II) Development of research about the acute effects of açai on autonomic and cardiovascular recovery and biochemical parameters following maximum exercise in physically active men. **Results:** I) 5 articles were found with the proposed theme, we observed that physically active men showed a reduction in oxidative and muscular stress, improvement in the immune parameter, cardiorespiratory responses, and performance when consuming açai. II) physically active adult men who ingested açai before exercise had a faster autonomic and cardiovascular recovery when compared to placebo. **Conclusion:** Açai (*Euterpe oleracea*) appears to be a good ally when used before physical activity since it was able to reduce oxidative stress and present a faster post-exercise recovery of cardiovascular and autonomic parameters in physically active men.

Keywords: Açai; Exercise; Autonomic nervous system; Oxidative stress; Cardiovascular system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1

Figura 1:	Fluxograma de perdas.....	43
------------------	---------------------------	----

Artigo 2

Figura 1:	Fluxograma de perdas.....	51
------------------	---------------------------	----

Figura 2:	Variáveis Cardiovasculares.....	60
------------------	---------------------------------	----

Figura 3:	Índices da VFC - rMSSD e SD1	61
------------------	------------------------------------	----

Figura 4:	Índices da VFC – HF (nu) e HF (ms ²).....	62
------------------	---	----

Figura 5:	Parâmetros Bioquímicos.....	63
------------------	-----------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1: Características dos artigos incluídos na
revisão..... 44

Tabela 2: Características dos tipos de desenhos e a classificação da qualidade dos
estudos..... 45

Artigo 2

Tabela 1: Caracterização dos voluntários..... 59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT: Alanina aminotransferase

AST: Aspartato aminotransferase

CK: Creatinaquinase

DCV: Doenças cardiovasculares

DOI: Digital Object Identifier/Identificador de Objeto Digital

E.: Euterpe

FC: Frequência cardíaca

FR: Frequência respiratória

FRAP: Ferric Reducing Ability of Plasma/Capacidade de redução férrica do plasma

HF: Alta frequência

Hz: Hertz

IFN- γ : Interferon gama

IL-6: Interleucina-6

IMC: Índice de massa corporal

IPAQ: International physical activity questionnaire/Questionário internacional de atividade física

LDH: Lactato desidrogenase

MDA: Malondialdeído

mg: miligramas

mmHg: milímetros de mercúrio

ms: Milissegundos

nu: Unidades normalizadas

ORAC: Oxygen Radical Absorbance Capacity/Capacidade de absorção de radicais de oxigênio

PAD: Pressão arterial diastólica

PAS: Pressão arterial sistólica

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyzes/Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises

Rec: Recuperação

Rep: Repouso

rMSSD: Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes,

SD1: Desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento

T. cruzi: Trypanosoma cruzi

TBARS: Thiobarbituric Acid Reactive Substances/Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

TE: Teste de esforço

TNF- α : Fatores de necrose tumoral alfa

VCO₂: Produção de dióxido de carbono

VE: Ventilação pulmonar

VFC: Variabilidade da frequência cardíaca

VO₂: Consumo de oxigênio

VO_{2max}: Volume de oxigênio máximo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	19
3	MÉTODOS	20
	ARTIGO 1	24
	ARTIGO 2	46
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS.....	74

APRESENTAÇÃO

Este é um modelo alternativo (escandinavo) de dissertação e está em concordância com as normas da Instrução Normativa nº 13, de 05/04/2021 do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Presidente Prudente/SP.

A presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- Projeto de pesquisa (introdução geral, objetivos e métodos);
- Artigo I - “Análise dos efeitos do açaí sobre parâmetros fisiológicos, bioquímicos e clínicos no exercício: uma revisão sistemática”, que será submetido para análise ao periódico: *Scientific Reports*;
- Artigo II - “O impacto do açaí (*Euterpe oleracea*) na recuperação autonômica e cardiovascular após o exercício: um estudo cruzado, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo”, que será submetido para análise ao periódico: *Nutrition Research*;
- Considerações finais;
- Referências, para apresentação das fontes utilizadas na redação da introdução geral.

É importante ressaltar que a introdução geral está de acordo com as regras da ABNT e os artigos estão em português com a formatação dos seus respectivos periódicos.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, três espécies de palmeiras do gênero *Euterpe* aparecem com uma maior frequência: *Euterpe edulis* Mart., *Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart., sendo os frutos das duas últimas espécies as mais comercializadas e conhecidas como açaí (YAMAGUCHI *et al.*, 2015).

O *E. oleracea* ou “açaí-do-Pará” é uma palmeira monoica, multicaule que pode chegar a 25m de altura (PACHECO-PALENCIA; DUNCAN; TALCOTT, 2009) e é encontrado em terras baixas e alagadas (YAMAGUCHI *et al.*, 2015); já o *E. precatoria* ou “açaí-do-Amazonas” é uma palmeira de haste única que pode chegar a 22m de altura (PACHECO-PALENCIA; DUNCAN; TALCOTT, 2009) e é encontrado em terras altas (YAMAGUCHI *et al.*, 2015).

O fruto do açaí é uma drupa globosa de cor roxa escura, quando amadurecido, com cerca de 1-2 cm de diâmetro, que cresce em cachos (NERI-NUMA *et al.*, 2018; SABBE *et al.*, 2009). Cada fruto possui uma semente grande que corresponde a 80-85% do seu volume total, que é coberto por uma fina camada de polpa e por um leve revestimento oleoso sob uma casca fina e comestível (PACHECO-PALENCIA; DUNCAN; TALCOTT, 2009; SABBE *et al.*, 2009).

A região norte do país é responsável por produzir mais de um milhão de toneladas de açaí anualmente, sendo o Pará o maior produtor, seguido do Amazonas. Além da alta comercialização do açaí no mercado nacional, a venda para outros países aumentou muito desde 2015, sendo os Estados Unidos, Japão, países árabes e Europa seus maiores consumidores (SERRA; SANTOS, 2020).

O aumento do seu consumo é devido tanto aos relatos populares em que o açaí foi relacionado a apresentar efeitos medicinais como tratar febres, prevenir gripes, ajudar na melhora da dor, tratamento de doenças gastrointestinais (MATHEUS *et al.*, 2006), como

resultados de diversas pesquisas que demonstram que o açaí possui efeito antioxidante (BEM *et al.*, 2020; BONOMO *et al.*, 2014; SCHAUS *et al.*, 2006), anti-inflamatório (ARANHA *et al.*, 2020; MARTINO *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2012), anti-lipidêmico (MOURA *et al.*, 2012), anti-hipertensivo (COSTA *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*, 2007), anti-ansiedade (BEM *et al.*, 2020), anti-depressivo (SOUZA-MONTEIRO *et al.*, 2019), efeitos benéficos na síndrome metabólica (OLIVEIRA *et al.*, 2010), propriedades cardioprotetoras (PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012), demonstrando um alto valor nutricional.

O açaí possui em sua composição vitaminas A, C, D e E, minerais, ácidos graxos, fibras, carboidratos, proteínas e antioxidantes. Adicionalmente, apresenta antocianinas (cianidina-3-O-glucosídeo e cianidina -3-O-rutinosídeo), proantocianidinas e outros flavonóides, e por conta dessas características ganhou o status de “superfruta” (NERI-NUMA *et al.*, 2018; YAMAGUCHI *et al.*, 2015).

As antocianinas presentes no açaí, pertencem a classe dos flavonóides, e são responsáveis por sua coloração roxa escura e por sua atividade antioxidante (YAMAGUCHI *et al.*, 2015). Para aumentar a estabilidade, as antocianinas procuram se associar a outras moléculas. Essas associações químicas se fazem através de reações de copigmentações, que podem ser com moléculas de flavonóides, alcalóides, aminoácidos, ácidos orgânicos, nucleotídeos, polissacarídeos ou metais (copigmentação intermolecular) ou com outra molécula de antocianina (copigmentação intramolecular), e assim melhorando o seu potencial antioxidante (PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012).

Seu potencial como antioxidante, pode ser observado no estudo realizado por Schauss *et al.* (2006), no qual, demonstraram que a polpa do açaí liofilizado apresentou maior atividade contra superóxido e em outro ensaio, os antioxidantes presentes no açaí foram capazes de reduzir a formação de espécies reativas do oxigênio (ERO), em células humanas, utilizando doses bem baixas.

Os antioxidantes são substâncias que possuem a capacidade de inibir ou reduzir a oxidação causada pelos radicais livres; e possuem os seguintes mecanismos de ação: sistemas de prevenção (impedem a formação); sistemas varredores (impedem a ação); sistemas de reparo (reconstituem as estruturas lesadas). Os antioxidantes se dividem em: enzimáticos, que utilizam as enzimas Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT) e Glutathione Peroxidase (GPx) e atuam de forma a equilibrar o sistema antioxidante/oxidante através do controle na formação de radicais livres ou em não-enzimáticos, que podem ser obtidos na forma de alimentos e bebidas, origem dietética, no qual podemos destacar as Vitaminas C e E (BARBOSA *et al.*, 2010; PINGITORE *et al.*, 2015; POWERS *et al.*, 2020).

Quando ocorre um desequilíbrio no sistema antioxidante/oxidante e a formação de radicais livres supera o poder antioxidante de neutralizá-los, ocorre o que conhecemos por estresse oxidativo (BARBOSA *et al.*, 2010; PINGITORE *et al.*, 2015; POWERS *et al.*, 2020); que está relacionado com o envelhecimento precoce e ao desenvolvimento e progressão de diversas doenças como as cardiovasculares (POWERS *et al.*, 2020).

Sabendo-se que as doenças cardiovasculares (DCV) são a principal causa de morte no mundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021) e que uma das recomendações para prevenir seu desenvolvimento é a prática de atividade física regular, é importante compreender a relação entre sistema cardiovascular e exercício físico.

O sistema cardiovascular é regulado por vários processos, incluindo o controle neural, que trabalha de forma a manter o organismo dentro dos padrões fisiológicos de normalidade (VALENTI *et al.*, 2007). Neste contexto, o sistema nervoso autônomo (SNA) tem um grande papel para o funcionamento adequado do coração por meio do sistema nervoso parassimpático que está envolvido com a diminuição da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA), ao passo que o sistema nervoso simpático que está envolvido com o aumento da FC e PA (COLOMBARI *et al.*, 2001).

No início do exercício aeróbio, já em seus primeiros minutos, ocorre a retirada vagal parcial e conforme o aumento da intensidade do exercício, ocorre a elevação da atividade simpática, o que faz com que ocorram adaptações no organismo como aumento da frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), frequência respiratória, débito cardíaco, entre outras, para aumentar o fornecimento de oxigênio aos músculos. Logo após o término do exercício, ocorre imediatamente uma queda significativa da FC devido a reentrada vagal, seguida da retirada simpática. As adaptações sofridas anteriormente vão diminuindo, até ocorrer a restauração da modulação autonômica (FREEMAN *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2012).

Caso ocorra um atraso na reativação vagal junto a uma persistência da ativação simpática durante essa restauração, pode ocorrer um aumento da atividade ectópica cardíaca pós-exercício e assim aumentar a predisposição a doenças cardiovasculares (ALBERT *et al.*, 2000; LIMA *et al.*, 2012).

Uma forma de avaliar a função autonômica cardíaca é através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que é uma medida não invasiva, frequentemente utilizada como preditor de doenças, que descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR) que estão relacionadas às influências do SNA sobre o nódulo sinusal (GRÄSSLER *et al.*, 2021; TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY, 1996; VANDERLEI *et al.*, 2009).

Uma alta VFC reflete um organismo adaptativo, com mecanismos de controle autônomo eficientes, enquanto uma VFC reduzida indica um desequilíbrio autonômico, com adaptações inadequadas, fazendo com que o indivíduo tenha uma menor capacidade de tolerar perturbações fisiológicas, como os estímulos provocados pelo exercício físico (GRÄSSLER *et al.*, 2021).

Dentro deste contexto, a suplementação com produtos naturais ricos em antioxidantes, pode ser uma boa aliada a prática de exercício físico, visto que é uma intervenção não-farmacológica, de fácil acesso, que vem sendo amplamente pesquisada tanto em relação ao estresse oxidativo, como na recuperação pós exercício.

Resultados positivos na utilização da suplementação podem ser observados nos estudos realizados por McAnulty *et al.* (2012) que observaram 14 atletas que consumiram uma combinação de resveratrol e quercetina, os quais apresentaram uma redução na peroxidação lipídica induzida pelo exercício. O mesmo grupo de pesquisa realizou um ensaio com suplementação de 250g de mirtilos por 6 semanas e teste de corrida, no qual foi possível observar uma redução do estresse oxidativo e aumento nas citocinas anti-inflamatórias (McANULTY *et al.*, 2011).

Em relação a recuperação após exercício, mulheres jovens fisicamente ativas que consumiram 600mg de polpa de abacate antes do exercício em esteira, apresentaram uma melhor recuperação cardiovascular e autonômica após exercício em comparação com mulheres que consumiram placebo (SOUZA *et al.*, 2020).

Dito isto, supõe-se que resultados semelhantes ou mais eficazes sejam encontrados quando utilizado o açaí antes da prática de atividade física, devido ao seu valor antioxidante.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Analisar os efeitos da ingestão do açaí sobre o estresse oxidativo e parâmetros cardiovasculares e autonômicos no pós-exercício em humanos.

2.2 Objetivos específicos:

Verificar e reunir as informações existentes sobre a utilização do açaí como forma de suplementação antes da prática de atividade física em humanos;

Avaliar os efeitos agudos do açaí sobre parâmetros cardiovasculares, autonômicos e bioquímicos após teste de esforço máximo em jovens adultos fisicamente ativos.

3. MÉTODOS

A dissertação apresentará uma revisão e um artigo original, e os métodos utilizados em cada artigo estão descritos a seguir:

3.1 Artigo “Análise dos efeitos do açaí sobre parâmetros fisiológicos, bioquímicos e clínicos no exercício: uma revisão sistemática”

O artigo de número um é uma revisão sistemática que contempla estudos publicados até o mês Junho de 2021. Os termos escolhidos foram “Açaí”, “Euterpe oleracea”, “Exercise”, “Physical activity” e os bancos de dados eletrônicos PubMed, Web of Science, Scielo, Embase, BIREME e Cochrane.

Primeiro foi realizada a busca dos artigos em cada banco de dados e as informações obtidas foram exportadas para o programa Rayyan QCRI (Qatar Computing Research Institute, Catar), onde as duplicatas foram excluídas. Foi realizada uma triagem de título e resumo e os artigos aprovados tiveram seus dados transferidos para uma tabela no excel para melhor visualização. Os artigos passaram pelos critérios de elegibilidade e os que se encaixaram no tema proposto foram lidos na íntegra. Após a seleção final dos estudos, uma tabela foi criada com as seguintes informações: autor/ano, amostra, intervenção e resultados.

Foram incluídos estudos realizados em humanos, sem restrição de idade, sexo, etnia e que fossem fisicamente ativos e em aparente bom estado de saúde; era necessário a ingestão do açaí e a realização de atividade física; foram incluídos ensaios randomizados ou não randomizados, com a utilização ou não de placebo e independente de cegamento. Não houve limitação de idioma, país de origem e ano de publicação; não foram inclusas revisões.

Para a análise de qualidade dos artigos foi utilizado o questionário produzido por The Downs & Black devido a aplicabilidade tanto em estudos randomizados quanto em não randomizados.

3.2 Artigo “O impacto do açaí (*Euterpe oleracea*) na recuperação autonômica e cardiovascular após o exercício: um estudo cruzado, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo”

O artigo de número dois é um estudo cruzado, randomizado, placebo controle e duplo cego.

Foram avaliados homens em aparente bom estado de saúde, com idade entre 18 e 30 anos, fisicamente ativos segundo o questionário internacional de atividade física (International physical activity questionnaire – IPAQ).(ref)

Não foram incluídos sujeitos que apresentassem distúrbios cardiorrespiratórios, neurológicos, renais, endócrinos, metabólicos, musculoesqueléticos e demais comprometimentos, tabagistas, etilistas, usuários de medicamentos que influenciem o sistema nervoso autônomo, indivíduos com pressão sistólica maior que 129 mmHg e diastólica maior que 84 mmHg em repouso.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista, campus de Marília via Plataforma Brasil (Número 3.098.518) e obedece à resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012 e está protocolado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) de número RBR-9cvrrs.

Todos os voluntários leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os protocolos foram realizados de forma individual entre 17h e 22h, com temperatura entre 20°C e 26° C e umidade entre 40 e 70% na sala do grupo de pesquisa CESNA da

Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – Campus II de Marília/SP.

As coletas foram realizadas em dois dias com intervalo de sete dias entre elas; o protocolo utilizado em cada dia foi sorteado por um pesquisador independente, assim os voluntários e pesquisadores não sabiam qual a cápsula ingerida.

As cápsulas apresentavam a mesma cor, tamanho e peso, cada voluntário ingeriu três cápsulas de 250mg contendo açaí em pó ou amido (placebo) 30 minutos antes da realização do teste de esforço.

Foi realizada uma avaliação inicial com a coleta de dados como nome, idade, altura, massa corporal, índice de massa corporal (IMC), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD).

Antes da iniciação dos protocolos, foi posicionado no tórax dos voluntários, na região do terço distal do esterno, a cinta de captação de frequência cardíaca Polar RS800CX (Polar Electro, Finlândia) para registro da FC batimento a batimento durante toda a coleta.

Os protocolos consistiram em repouso sentado por 15 minutos, com a coleta da FC, PAS, PAD e FR no último minuto, em seguida ocorria o teste progressivo máximo em esteira ergométrica (Evolution Fitness, EVO 4000) com inclinação fixa de 1%, aquecimento por 5 minutos com 50-55% da FC máxima estimada pela idade ($220 - \text{idade}$) (ref 30) e incrementos de carga de 1km/h a cada 2 minutos até atingirem 90% da FC máxima estimada pela idade. O esforço do voluntário foi monitorado através da aplicação da escala de Borg (escala de esforço subjetivo) (ref 31).

Após o teste, os voluntários ficaram em pé por 3 minutos e 57 minutos sentados, onde foram registradas FC, PAS, PAD e FR nos minutos 1”, 2”, 3”, 5”, 7”, 10”, 20”, 30”, 40”, 50” e 60”.

Também foram coletadas amostras de sangue ao final do repouso, entre 5 e 10 minutos após o teste de esforço e ao final da recuperação, para a realização das análises bioquímicas.

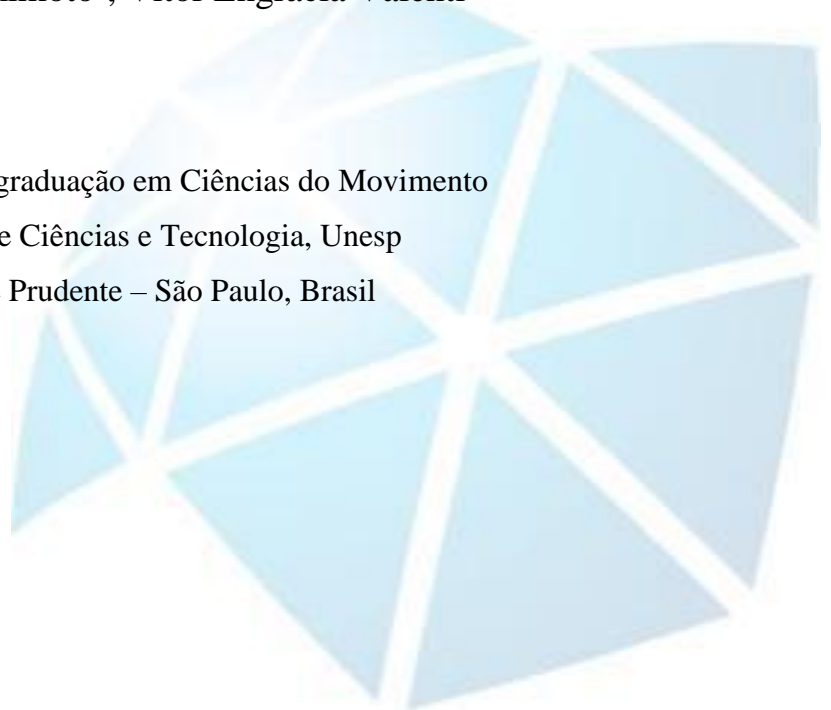
Os índices analisados da VFC foram rMSSD, HF e SD1, os parâmetros cardiovasculares FC, PAS e PAD e os parâmetros bioquímicos FRAP (capacidade antioxidante total do plasma), TBARS (peroxidação lipídica) e a quantidade de óxido nítrico.

ARTIGO I

Análise dos efeitos do açaí sobre parâmetros fisiológicos, bioquímicos e clínicos no exercício: uma revisão sistemática

Amanda Nagáo Akimoto¹, Vítor Engrácia Valenti¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Unesp
Presidente Prudente – São Paulo, Brasil



Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento

A/C Vitor Engrácia Valenti

Endereço: Av. Roberto Simonsen, 305.

CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo

Brasil - Telefone: (18) 3229 - 5819

e-mail: amanda.akimoto@unesp.br

RESUMO

Introdução: O açaí um fruto típico brasileiro, que vem sendo amplamente consumido e pesquisado devido a suas características nutricionais. **Objetivo:** verificar os efeitos da suplementação de açaí sobre os parâmetros fisiológicos, bioquímicos e clínicos no pós-exercício, através de uma revisão sistemática. **Métodos:** Utilizaram-se os bancos de dados eletrônicos: PubMed, Web of Science, Scielo, Embase, BIREME e Cochrane; com a busca dos termos “açaí” OR “*Euterpe oleracea*” AND “exercício” OR “atividade física”. Como critério de elegibilidade foi utilizado o acrônimo PICOT, no qual foram incluídos estudos em humanos praticantes de atividade física, sem restrição de idade e sexo, que consumissem açaí em qualquer formato e dose, antes ou depois do exercício físico, com utilização ou não de placebo. Não houve limitação de idioma e país de origem; foram incluídos ensaios clínicos independentemente do tipo de cegamento e randomização; não foram inclusas revisões já publicadas. A pesquisa nos bancos de dados contou com estudos publicados até Junho de 2021. Foi realizada análise da qualidade dos artigos utilizando o questionário The Downs & Black. **Resultados:** Foram selecionados apenas 5 artigos para compor essa revisão. A população encontrada nos estudos foi apenas de homens fisicamente ativos, saudáveis, jovens e adultos. Dentre os principais achados o açaí demonstrou ser efetivo na redução do estresse oxidativo e do dano muscular, bem como na atenuação do aumento dos parâmetros cardiorrespiratórios e imunológicos. É válido destacar que não foi possível definir a melhor forma de administração e dosagem do açaí devido a diferença entre a metodologia dos artigos encontrados. **Conclusão:** Os antioxidantes presentes no açaí demonstram ser grandes aliados na proteção do organismo no exercício, no qual foi possível observar melhoras nos parâmetros fisiológicos, bioquímicos e clínicos em homens fisicamente ativos.

Palavras-chave: Açaí; *Euterpe oleracea*; Exercício; Estresse oxidativo; Humanos

ABSTRACT

Introduction: Açai is a typical Brazilian fruit that has been widely consumed and researched due to its nutritional characteristics. **Objective:** verify the effects of açai supplementation on the physiological, biochemical, and clinical parameters in post-exercise, through a systematic review. **Methods:** Electronic databases were used: PubMed, Web of Science, Scielo, Embase, BIREME, and Cochrane; with the search for the terms “açai” OR “*Euterpe oleracea*” AND “exercise” OR “physical activity”. As eligibility criteria, the PICOT acronym was used, which included studies in humans, practitioners of physical activity, without the restriction of age and sex, who consumed açai in any format and dose, before or after physical exercise, with or without the use of placebo. There was no limitation on language and country of origin; clinical trials were included regardless of the type of blinding and randomization; previously published reviews were not included. The database search included studies published until June 2021. An analysis of the quality of the articles was carried out using The Downs & Black questionnaire. **Results:** In total, only 5 articles were selected to compose this review. The population found in the studies was only physically active, healthy, young, and adult men. Among the main findings, açai is effective in reducing oxidative stress and muscular damage, as well as in attenuating the increase in cardiorespiratory and immunological parameters. It is worth noting that it was not possible to define the best form of administration and dosage of açai, given the difference between the methodology of the articles found. **Conclusion:** The antioxidants present in açai prove to be great allies in protecting the body during exercise, in which it was possible to observe improvements in physiological, biochemical, and clinical parameters in physically active men.

Keywords: Açai; *Euterpe oleracea*; Exercise; Oxidative Stress, Humans.

INTRODUÇÃO

O açaí, pequeno fruto de coloração roxa, é cultivado em larga escala na região norte do Brasil e nos últimos anos, se tornou um fruto consumido mundialmente [1], devido aos seus benefícios nutricionais e terapêuticos [2] e principalmente pela sua alta capacidade antioxidante [3].

Os antioxidantes são substâncias produzidas pelo organismo, que possuem a capacidade de inibir ou reduzir a oxidação causada pelos radicais livres. Quando a produção dos radicais livres é maior que os antioxidantes produzidos, ocorre o que conhecemos por estresse oxidativo [4], que contribui para o envelhecimento e desenvolvimento de doenças [3].

Neste sentido, uma intervenção não farmacológica que vem sendo amplamente estudada é a suplementação; no qual se obtém antioxidantes através da ingestão de certos alimentos e bebidas. Na literatura, a vitamina C [5], vitamina E [6], polifenóis [7], glutamina e carboidratos [8] demonstraram serem eficazes como forma de suplementação na redução do estresse oxidativo.

Sendo assim, devido ao seu alto valor nutricional, energético e antioxidante o açaí aparenta ser um bom aliado como forma natural de suplementação; e assim ajudar o organismo a obter uma melhor resposta ao estresse oxidativo, além de ajudar na obtenção de um melhor rendimento na prática de atividade física.

OBJETIVO

Verificar os efeitos do açaí sobre os parâmetros fisiológicos, bioquímicos e clínicos no exercício físico em humanos.

MÉTODOS

A revisão sistemática foi realizada de acordo com o protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyzes* (PRISMA)[9].

Estratégia de busca

A seleção e busca dos artigos foi dada através do acrônimo PICOT, onde cada letra representa um componente; sendo P para população, I para intervenção, C para comparação/controle, O para desfecho (*outcome*) e T para delineamento de estudo.

Após a definição dos componentes, foram escolhidos os termos “Açai”, “Euterpe oleracea”, “Exercise”, “Physical activity” para a busca dos artigos. Os bancos de dados eletrônicos utilizados nesta pesquisa foram PubMed, Web of Science, Scielo, Embase, BIREME e Cochrane.

Identificados os estudos que faziam referência as palavras-chave, estes foram exportados para o programa Rayyan QCRI (Qatar Computing Research Institute, Catar), onde as duplicatas foram excluídas. Em seguida foi realizada uma triagem pelo título e resumo que obedecessem aos critérios de elegibilidade, após esta identificação, as informações como título, autor, ano, objetivo, conclusão, amostra, base de dado e o *Digital Object Identifier/Identificador de Objeto Digital* (DOI), foram inseridas em uma planilha no Excel para uma melhor visualização dos artigos. Com estas informações, estudos que não atendessem ao tema proposto foram excluídos. Os artigos aprovados nesta última fase, foram lidos na íntegra e após a seleção dos estudos finais, uma tabela foi criada com as seguintes informações: autor, ano, amostra, intervenção e resultados.

A busca por estudos que contemplassem a temática foi realizada até o mês de Junho de 2021.

Crítérios de elegibilidade

Foi utilizada a estratégia PICOT como forma de orientação para elegibilidade dos estudos; a descrição de seus componentes pode ser visualizada abaixo:

População

Foram incluídos estudos realizados em voluntários humanos de ambos os sexos, aparentemente saudáveis, praticantes de atividade física, de todas as idades e etnias.

Intervenção

Os estudos selecionados foram baseados na ingestão do açaí e a realização de exercício físico. Não foram estabelecidos critérios em relação ao tempo de suplementação, dose, a forma a qual foi administrada (bebida, cápsula, polpa), se foi ingerida antes ou após atividade física e o tipo de exercício físico realizado.

Comparação

Para comparação, incluímos estudos que utilizavam o controle nas seguintes formas: sem ingestão de placebo, consumo de produtos com aparência e sabor semelhante e frutas não vermelhas/roxas.

Desfecho

Como desfecho, verificamos quais efeitos que a ingestão do açaí antes do exercício pode causar nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos em humanos fisicamente ativos.

Desenho de estudo

Os estudos selecionados foram ensaios clínicos, independentemente dos procedimentos de cegamento, duração do estudo ou desenho.

Não houve limitação de idioma, ano de publicação e país de origem.

Não foram inclusas revisões sistemáticas.

Análise da qualidade dos artigos

A qualidade dos artigos selecionados foi avaliada através do questionário produzido por The Downs & Black[10] que consiste em 27 itens divididos entre 5 domínios: "Relatório" avalia se a informação fornecida é suficiente, "Validade externa" avalia até que ponto o estudo pode ser generalizado para a população estudada, "Viés" avalia o viés na intervenção

e resultados, "Confounding" avalia o viés na seleção dos sujeitos e "Poder" avalia se os resultados foram por acaso. As respostas são: "Sim" (valor 1), "Parcialmente" (valor 1), "Não" (valor 0), e "Incapaz de determinar" (valor 0), sendo que quanto maior o valor, melhor a qualidade do artigo. Os estudos foram classificados como: ruim (≤ 14) ou regular (15-19) ou bom (20-25) ou excelente (≥ 26), de acordo com a sua pontuação.

Escolhemos esse questionário devido a aplicabilidade tanto em estudos randomizados quanto em não randomizados, além de tornar mais transparente a qualidade dos estudos (**Anexo 1.**)

RESULTADOS

A busca nos bancos de dados resultou em 265 artigos, que foram exportados para o programa Rayyan QCRI (Qatar Computing Research Institute, Catar), e em seguida, as duplicatas existentes foram excluídas. Os 66 artigos restantes passaram por uma triagem de título e resumo, no qual, 5 artigos estavam de acordo com os critérios de inclusão. Todos os artigos foram lidos na íntegra e então selecionados para esta revisão; a **Figura 1** mostra o fluxograma dos artigos de acordo com recomendações do PRISMA [9]. O açaí encontrado nos estudos inclusos nesta revisão foi o *Euterpe oleracea*.

Dentre os resultados encontrados, três estudos demonstraram melhora no estresse oxidativo (60%), um estudo trouxe efeitos nos parâmetros cardiorrespiratórios (20%), dois estudos demonstraram melhora nos parâmetros imunológicos (40%), quatro estudos tiveram redução do dano muscular (80%), um estudo trouxe melhora no tempo de exaustão e percepção de esforço (20%), dois estudos observaram redução da amônia (40%), um estudo não encontrou melhoras nos marcadores inflamatórios (20%), um estudo não apresentou melhoras no estresse oxidativo (20%), um estudo não observou melhoras no tempo de

exaustão (20%) e dois estudos não apresentaram melhora no tempo de execução do exercício (40%).

Em relação a qualidade dos artigos, realizada através do questionário de The Downs & Black [10], resultou em: um artigo (20%) classificado como “regular” [11] e os outros quatro artigos(80%) como “bom” [12,13,14,15].

Quanto ao desenho de estudo, a metodologia aplicada foi diferente entre os artigos. Devido à escassez de estudos encontrados e selecionados para esta revisão, suas características estão detalhadas abaixo:

Sadowska-Krepa et al. [12] realizaram um estudo não randomizado e sem uso de placebo. No total, 7 atletas homens (idade média de $17,5 \pm 1,2$ anos) consumiram 100ml de uma bebida à base de açaí por 6 semanas. O protocolo foi realizado antes e após o período de suplementação e consistiu em coletar sangue antes do aquecimento, logo após o teste de 300m e após 1 hora de recuperação passiva, foram analisados status antioxidante, marcadores de dano muscular, perfil lipídico e performance dos atletas. Encontraram um aumento na capacidade antioxidante e melhora no dano muscular e do perfil lipídico, após o consumo de bebida à base de açaí.

Com um desenho semelhante, Viana et al. [11] fizeram um ensaio clínico não randomizado e sem placebo em 17 homens adultos (idade entre 21-42 anos) praticantes de exercício resistido, o protocolo utilizado foi o seguinte: primeiro dia foi realizado o teste de 1 RM e coleta de dados antropométricos, segundo dia foi feito um treino resistido sem o consumo de gel e antes da realização do terceiro dia, eles consumiram 90g de gel feito com açaí por 3 dias consecutivos e 45g de gel antes do treino. As coletas de sangue foram realizadas no segundo e terceiro dia, antes e após o treino, para análise de perfil hematológico e marcadores de estresse oxidativo e dano muscular. O gel de açaí apresentou resultados positivos no controle do estresse imunológico e muscular.

Cruz et al. [13] realizaram um ensaio clínico randomizado controlado, no qual analisaram 14 corredores homens que foram divididos em: Grupo Açaí (n = 8, com idade média $33,6 \pm 8,3$ anos) e Grupo Controle (n = 6, com idade média de $29 \pm 4,5$ anos). O grupo açaí, consumiu 200g de polpa de açaí por 25 dias consecutivos, enquanto o grupo controle, consumiu 2 frutas não vermelhas pelo mesmo período. Os voluntários realizaram teste de corrida de 10km no início e ao final do período estipulado e os dados analisados foram: marcadores de dano muscular, performance esportiva e composição corporal. Concluíram que o açaí pode reduzir o dano muscular provocado pelo exercício.

O estudo realizado por Carvalho-Peixoto et al. [14], foi um ensaio clínico randomizado e cego, no qual 14 atletas homens (idade média de 26 ± 6 anos) realizaram primeiramente teste de esforço máximo em esteira, após 72 horas realizaram 2 dias de exercícios contínuos até exaustão em 90% do volume de oxigênio máximo (VO_{2max}); sendo um dia com suco de açaí e outro dia com placebo. O grupo controle consumiu no dia 300ml de suco de pêssigo, logo após o primeiro exercício os voluntários ingeriram 300 ml de suco de açaí e após foram instruídos a consumirem 300ml de suco de açaí por 3 dias seguidos e 1 hora antes do segundo dia de exercício. Foram coletados antes e após cada exercício, dados para análise de marcadores do estresse oxidativo e de dano muscular, respostas cardiorrespiratórias, percepção de esforço e tempo de exaustão durante o exercício. O suco de açaí foi capaz de trazer benefícios gerais no exercício.

Terrazas et al. [15] realizaram um ensaio clínico randomizado, cruzado, cego e placebo-controle. Avaliaram 10 atletas homens (com idade média de $33,5 \pm 4,7$ anos) de ciclismo amador que foram divididos em 2 grupos de forma randomizada; o Grupo A consumiu primeiro 400g de polpa de açaí todos os dias por 15 dias, passaram por um período de 30 dias de washout e 15 dias consumindo 400g de placebo todos os dias; o Grupo B fez o mesmo protocolo de forma inversa. As coletas de dados foram realizadas antes e após cada

período de suplementação e antes do teste de incremental de velocidade em bicicleta. Foram analisados marcadores oxidativos, inflamatórios e capacidade aeróbica, e resistência dos atletas. A polpa de açaí conseguiu melhorar de forma geral variáveis associadas com endurance.

As informações gerais dos artigos selecionados, bem como seus resultados, podem ser visualizadas na **Tabela 1**. A **Tabela 2** mostra as características dos desenhos e a classificação da qualidade dos estudos selecionados.

DISCUSSÃO

Esta revisão teve como objetivo verificar os efeitos do açaí sobre os parâmetros fisiológicos e bioquímicos no exercício físico em humanos. De forma geral, os estudos encontraram bons resultados com a suplementação do açaí em homens fisicamente ativos.

Notamos que, ocorreu uma maior diferença na dose, no período e no formato administrado do açaí, o que pode ter ocasionado em resultados divergentes entre alguns artigos, e a não obtenção de resultados em outros. Em ordem de discutir de forma mais organizada a utilização do açaí com os resultados encontrados, dividimos os seus efeitos em tópicos:

Estresse oxidativo

Quatro dos cinco artigos incluídos na revisão fizeram uma análise sobre o açaí e estresse oxidativo. O estudo realizado por Terrazas et al. [15], observaram uma redução do malondialdeído (MDA), sugerindo modulação da peroxidação lipídica no soro e no aumento da capacidade antioxidante, após a ingestão de polpa de açaí. Com resultados semelhantes, Carvalho-Peixoto et al. [14] observaram que além da redução do MDA, o açaí demonstrou potencial para modular a atividade glutathiona peroxidase (GPx) em adultos fisicamente

ativos; assim como Sadowska-Krepa et al. [12] encontraram uma melhora na capacidade antioxidante em jovens ativos.

Em contrapartida, Viana et al. [11], observaram um aumento do MDA, tanto com o consumo do gel de açaí quanto sem o seu consumo, indicando que o gel de açaí não foi capaz de proteger a peroxidação lipídica. Entretanto a atividade da GPx não apresentou um aumento significativo em ambas as condições e observaram que a atividade GPx era mais alta no grupo controle quando comparado com o uso do gel.

Na literatura, os efeitos antioxidantes do açaí, podem ser visualizados em diversos estudos realizados in vitro, animais e humanos. Dentre eles, estudos in vitro relataram que o açaí apresentou efeito contra os radicais de peroxila [16], e foi observado que a sua polpa/casca liofilizada é um forte antioxidante contra superóxido e com a maior Capacidade de Absorção de Radicais de Oxigênio (ORAC) [3].

Em um estudo cruzado, randomizado e placebo-controle, conduzido por Jensen e colaboradores [17], 12 sujeitos responderam um questionário relacionado ao estresse, tinham seu sangue coletado, consumiam 120 ml bebida à base de açaí e tinham seu sangue coletado novamente após 1 hora e 2 horas. Os pesquisadores observaram um aumento da capacidade antioxidante e uma diminuição da peroxidação lipídica após 2 horas de ingestão da bebida, e assim protegendo do estresse oxidativo.

Com base nisso, os estudos realizados por Terrazas et al. [15] Carvalho-Peixoto et al. [14] e Sadowska-Krepa et al. [12] corroboram com os achados na literatura. É válido destacar que dos estudos selecionados para esta revisão, apenas o estudo de Viana et al. [11] apresentou qualidade “regular”, enquanto os outros três apresentados neste tópico são classificados como “bom”. Dentre eles, os estudos realizados por Terrazas et al. [15] e Carvalho-Peixoto et al. [14] foram os que apresentaram uma maior pontuação. Sendo assim, o

açaí aparenta ter um bom efeito como antioxidante, quando administrado em homens jovens e adultos fisicamente ativos.

Respostas cardiorrespiratórias

Apenas Carvalho-Peixoto e colaboradores [14], analisaram as respostas cardiorrespiratórias, no qual, avaliaram 14 atletas de forma randomizada, que realizaram exercício em esteira ergométrica até exaustão em 90% do $VO_{2máx}$. Em um dia, os voluntários foram avaliados com suplementação de açaí e outro com placebo. Observaram que ocorreu uma atenuação no aumento da frequência cardíaca(FC), consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2) e ventilação pulmonar (VE) durante o exercício, quando ingerido o suco de açaí, demonstrando o potencial em diminuir a hiperventilação induzida pelo exercício. Os resultados sugerem que o consumo do açaí por atletas apresenta um efeito protetor benéfico, o que nos leva a uma possível utilização em outros indivíduos como forma de prevenção.

Marcadores inflamatórios

Em relação aos marcadores inflamatórios, o estudo realizado por Terrazas et al. [15], que fizeram suplementação de 400g açaí ou placebo por 15 dias e teste de esforço em bicicleta em 10 ciclistas amadores, não encontraram mudanças significativas na interleucina-6 (IL-6) e fatores de necrose tumoral alfa (TNF- α) após a intervenção.

Entretanto, este resultado se diverge dos artigos encontrados na literatura. Estudos *in vitro* encontraram uma redução das citocinas pró-inflamatórias quando utilizado extrato de açaí [18,19] Resultados semelhantes podem ser observados em estudos realizados em ratos, no qual encontraram uma redução dos níveis de citocinas (ratos com lesão hepática) [20] e redução da expressão TNF- α (em ratos com inflamação pulmonar) [21]. Em relação aos estudos realizados em humanos, sujeitos com sobrepeso que consumiram 200g de polpa de

açai junto a uma dieta hipoenergética, apresentaram redução de IL-6 e interferon gama (IFN- γ) quando comparados ao grupo controle [22].

A diferença entre os resultados pode ser por conta dos altos níveis das citocinas apresentados pelos voluntários antes das intervenções realizadas por Terrazas et al.[15], e outros fatores que podem ter contribuído para estas diferenças são a dose, o tempo administrados, o próprio exercício e a população estudada (fisicamente ativos, eutróficos).

Outro dado importante observado durante a leitura dos artigos que compõem essa revisão foi que após o exercício, o número total de leucócitos aumentou tanto no grupo que consumiu açai quanto placebo, mas que o açai apresentou uma maior eficácia em atenuar esse aumento, indicando uma possível melhora no sistema imunológico [11,14]. Essa informação corrobora com os resultados apresentados por Holderness et al. [23], no qual o açai apresentou uma potente ação imunomoduladora devido aos polissacarídeos presentes em sua casca.

Dano muscular e Performance

Em relação ao dano muscular, quatro estudos observaram que o açai quando utilizado como forma de suplementação em atletas, foi capaz de reduzir os marcadores escolhidos, incluindo a Creatinaquinase (CK) o biomarcador mais utilizado devido ao seu baixo custo e por apresentar variações entre o pré e pós-exercício [24].

No estudo realizado por Cruz et al. [13] mostraram que após a corrida, ocorreu um aumento de CK em ambos os grupos, mas que a suplementação com açai promoveu uma atenuação significativa desse aumento quando comparado com o controle. Essa redução também é observada no estudo de Viana et al. [11] juntamente com a redução de Lactato desidrogenase (LDH) e da alanina aminotransferase (ALT).

No estudo de Carvalho-Peixoto et al. [14], em ambos os grupos ocorreu um aumento dos marcadores CK, LDH, ALT e Aspartato aminotransferase (AST), mas o açai foi capaz de

atenuar esse aumento no pós-exercício. No estudo em atletas juvenis realizado por Sadowska-Krepa e colaboradores [12], foi observada uma atenuação moderada do CK e LDH.

Esses achados podem nos indicar que o açaí é capaz de realizar uma boa proteção em relação aos danos musculares em atletas juvenis e adultos, quando executado exercício intenso.

No que se diz respeito a performance, apenas no protocolo realizado por Carvalho-Peixoto et al. [14] o açaí foi capaz de atenuar a percepção de esforço e aumentar o tempo de exaustão durante exercício de alta intensidade. Por outro lado, no estudo realizado por Cruz et al. [13], não houve uma diferença significativa nesses parâmetros. Em relação ao tempo de execução do exercício, também não foram encontrados resultados significativos após a suplementação [12,13].

Esses achados demonstram que são necessários mais estudos em relação a suplementação na performance, visto que ocorreram divergências entre os poucos estudos encontrados. É pressuposto que o açaí tenha efeito na performance quando administrado em curto período e/ou antes do exercício, já que nos estudos que não obtiveram resultados significativos, o período de suplementação foi maior e não teve ingestão antes do exercício.

Amonemia

A amônia vem sendo utilizada como indicador de estresse muscular e hepático, no qual ocorre um aumento após o exercício intenso, o que pode levar a fadiga central e periférica [8]. Os protocolos realizados por Viana et al. [11] e Carvalho-Peixoto et al. [14] corroboram com esta informação, visto que após o exercício ocorreu um aumento do mesmo em ambas as condições (açaí e controle), mas o consumo de açaí foi capaz de atenuar esse aumento após o exercício.

Doses

A dose e o período da suplementação foram diferentes entre os estudos, sendo a variação de 200-400g para polpa, 100-300mL para bebidas e 45-90g para gel, e o período de suplementação variou de 3 dias a 6 semanas, o que pode ter causado o aparecimento de resultados significativos em alguns estudos e em outros não.

O estudo realizado por Carvalho-Peixoto et al. [14], no qual utilizaram 300mL de uma bebida feita com 4 % de açaí liofilizado por 3 dias e 1 hora antes do procedimento, foi o que obtiveram resultados bons e significativos em todos os parâmetros analisados. Os demais estudos observaram melhoras em alguns resultados e sem mudanças significativas em outros.

Vale destacar também, que além do estudo realizado por Carvalho-Peixoto et al. [14], apenas o estudo realizado por Sadowska-Krepa et al. [12] utilizaram o açaí em forma de bebida, sendo este produzido com uma mistura de açaí com 18 outras frutas e que foi consumida por atletas juvenis, o que pode ter influenciado os resultados apresentados.

Sendo assim, não podemos afirmar que o açaí quando administrado em forma de bebida, com menor duração de suplementação e administração antes do exercício seja a melhor opção, visto que foi possível observar bons resultados em diferentes doses, formatos e tempo.

Por fim, o açaí pode sim apresentar efeitos benéficos como suplementação, mas a dose recomendada ainda precisa ser investigada mais profundamente.

Limitações

Precisamos destacar alguns pontos; mesmo sendo uma fruta que está sendo amplamente estudada e divulgada, poucos são os estudos que abordam seus efeitos em humanos e principalmente no exercício.

A população encontrada para esta revisão foi apenas de homens, fisicamente ativos, saudáveis e adultos em sua maioria; outro ponto é o baixo número de voluntários [11,13,15] o

que pode ter influenciado nos resultados encontrados, indicando a necessidade da realização de mais estudos sobre o tema e em diferentes populações.

Como pode ser observado, o açaí apresentou bons resultados no que se diz respeito ao estresse oxidativo e estresse muscular, visto que ele conseguiu modular essas condições na maioria dos estudos aqui relatados. Porém, é necessário lembrar que nem todos os estudos realizaram protocolos de forma randômica, com algum tipo de cegamento e com controle, e que a classificação de qualidade ficou entre “regular” e “boa”, o que pode levar a uma interferência nos resultados.

CONCLUSÃO

Os artigos analisados indicaram que o açaí (*Euterpe oleracea*) quando consumido antes do exercício apresentou redução no estresse oxidativo e dano muscular, melhora nas respostas cardiorrespiratórias, parâmetro imunológico e performance em homens fisicamente ativos.

Conflitos de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Açaí – Análise Mensal. <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai/item/13736-acai-analise-mensal-junho-2020>(2020).
2. Bonomo, L. F. et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. *PLoS ONE*. **9** (3), e89933; 10.1371/journal.pone.0089933 (2014).
3. Schauss, A. G. et al. Antioxidant Capacity and Other Bioactivities of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (Acai). *J. Agric. Food Chem.* **54** (22), 8604-8610; 10.1021/jf0609779 (2006).

4. Barbosa, K. B. F. et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Rev. Nutr.* **23**(4), 629-643; 10.1590/S1415-52732010000400013 (2010).
5. Righi, N. C. et al. Effects of vitamin C on oxidative stress, inflammation, muscle soreness, and strength following acute exercise: meta-analyses of randomized clinical trials. *Eur. J. Nutr.* **59**, 2827–2839; 10.1007/s00394-020-02215-2 (2020).
6. Buciooli, S. A., De Abreu, L. C., Valenti, V. E., Leone, C. & Vannucchi, H. Effects of vitamin E supplementation on renal non-enzymatic antioxidants in young rats submitted to exhaustive exercise stress. *BMC Complement Altern Med.* **11**, 133; 10.1186/1472-6882-11-133 (2011)
7. Kashi, D. S., Shabir, A., Da Boit, M., Bailey, S. J. & Higgins, M. F. The Efficacy of Administering Fruit-Derived Polyphenols to Improve Health Biomarkers, Exercise Performance, and Related Physiological Responses. *Nutrients.* **11**, 2389; 10.3390/nu11102389 (2019).
8. Carvalho-Peixoto, J., Alves, R. C. & Cameron, L. C. Glutamine and carbohydrate supplements reduce ammonemia increase during endurance field exercise. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **32**, 1186-1190; 10.1139/H07-091 (2007).
9. Liberati, A. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med.* **6**(7), e1000100; 10.1371/journal.pmed.1000100 (2009)
10. Downs, S. H. & Black, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomized and non-randomized studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health.* **52**(6), 377-384; 10.1136/jech.52.6.377 (1998).
11. Viana, D. S., Carvalho, L. M. J., Moura, M. R. L., Carvalho-Peixoto, J. & Carvalho, J. L. V. Biochemical assessment of oxidative stress by the use of açaí (*Euterpe oleracea* Martius) gel in physically active individuals. *Food Sci. Technol.* **37**(1), 90-96. 10.1590/1678-457x.0046 (2017).
12. Sadowska-Krepa, E. et al. Effects of supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry-based juice blend on the blood antioxidant defense capacity and lipid profile in junior hurdlers. A pilot study. *Biol. Sport.* **32**, 161-168; 10.5604/20831862.1144419 (2015).

13. Cruz, I. A. et al. Efeitos da suplementação crônica de açaí sobre danos musculares em corredores de rua. *J. Phys. Educ.* **30**, e3012; 10.4025/jphyseduc.v30i1.3012 (2019).
14. Carvalho-Peixoto, J. et al. Consumption of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) functional beverage reduces muscle stress and improves effort tolerance in elite athletes: a randomized controlled intervention study. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **40**(7), 725–733; 10.1139/apnm-2014-0518 (2015).
15. Terrazas, S. I. B. M. et al. Açaí pulp supplementation as a nutritional strategy to prevent oxidative damage, improve oxidative status, and modulate blood lactate of male cyclists. *Eur. J. Nutr.* **59**(7), 2985-2995. 10.1007/s00394-019-02138-7 (2019).
16. Carvalho, M. M. F. et al. Effects of açaí on oxidative stress, ER stress, and inflammation-related parameters in mice with high fat diet-fed induced NAFLD. *Sci. Rep.* **9**, 8107; 10.1038/s41598-019-44563-y (2019).
17. 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. *J. Agric. Food Chem.* **56**, 8326–33; 10.1021/jf8016157 (2008).
18. Martino, H. S. D., Dias, M. M. S., Noratto, G., Talcott, S. & Mertens-Talcott, S. U. Anti-lipidemic and anti-inflammatory effect of açaí (*Euterpe oleracea* Martius) polyphenols on 3T3-L1 adipocytes. *J. Funct. Foods.* **23**, 432–443; 10.1016/j.jff.2016.02.037 (2016).
19. Machado, A. K. et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) has anti-inflammatory potential through NLRP3-inflammasome modulation. *J. Funct. Foods.* **56**, 364–371; 10.1016/j.jff.2019.03.034 (2019).
20. Zhou, J. et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) attenuates alcohol-induced liver injury in rats by alleviating oxidative stress and inflammatory response. *Exp. Ther. Med.* **15**, 166-172; 10.3892/etm.2017.5427 (2018).
21. De Moura, R. S. et al. Effects of *Euterpe oleracea* Mart. (AC, AÍ) extract in acute lung inflammation induced by cigarette smoke in the mouse. *Phytomedicine.* **19**, 262– 269; 10.1016/j.phymed.2011.11.004 (2012).
22. Aranha, L. N. et al. Effects of a hypoenergetic diet associated with açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp consumption on antioxidant status, oxidative stress and inflammatory biomarkers in overweight, dyslipidemic individuals. *Clin. Nutr.* **39**, 1464-1469; 10.1016/j.clnu.2019.06.008 (2020).

23. Holderness, J. et al. Polysaccharides Isolated from Açaí Fruit Induce Innate Immune Responses. PLoS ONE. **6**(2), e17301; 10.1371/journal.pone.0017301 (2011).
24. Mello, N. F., Vichetti, J. C. & Vendrusculo, A. P. Marcadores bioquímicos no diagnóstico da lesão muscular. Fisioterapia Brasil. **17**(4), 375-383; 10.33233/fb.v17i4.510 (2016).

FIGURAS E TABELAS

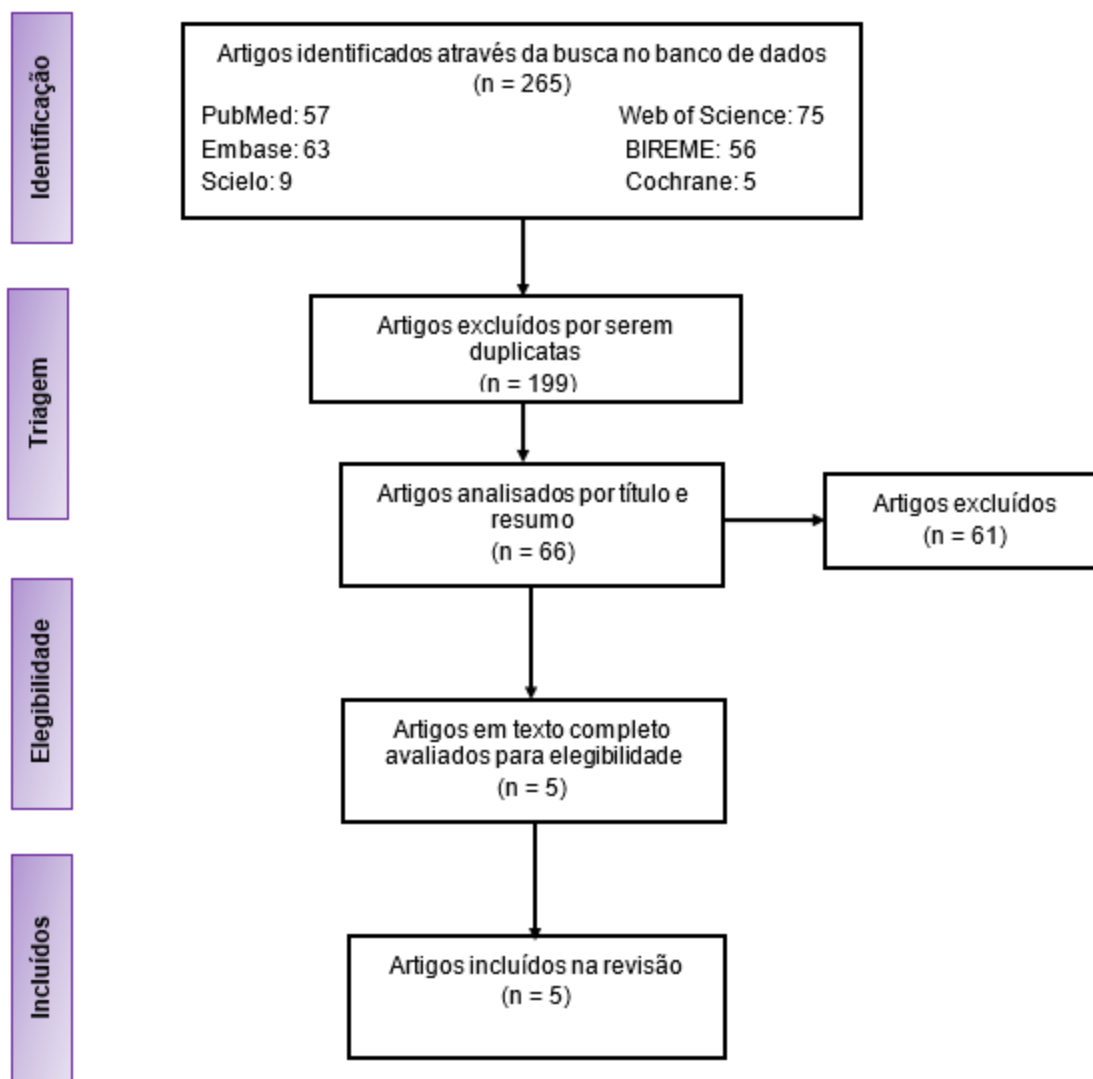


Figura 1: Fluxograma de perdas

Tabela 1. Características dos artigos incluídos na revisão

Autor (ano)	Amostra	Intervenção	Resultados
Sadowska-Krepa E., Kłapcińska B., Podgórski T., Szade B., Tyl K., Hadzik A. (2015)	7 homens jovens (17,5 ± 1,2 anos)	- 100ml diários de bebida à base de açaí por 6 semanas - teste de 300m - não utilizaram placebo	↑ da capacidade antioxidante ↓ dano muscular
Carvalho-Peixoto J., Moura M.R.L., Cunha F.A., Lollo P.C.B., Monteiro W.D., Carvalho L.M.J., et al.. (2015)	14 homens adultos (26 ± 6 anos)	- 300ml de suco de açaí por 3 dias seguidos e 1 hora antes do exercício - exercício contínuo até exaustão - suco de pêssego como controle	↓MDA Modulação do GPx ↓FC, VO ₂ , VCO ₂ e VE no exercício ↓ total de leucócitos ↓ dano muscular Melhora na performance ↓ amônia
Viana D.S., Carvalho L.M.J., Moura M.R.L., Peixoto J.C., Carvalho J.L.V. (2017)	17 homens adultos (21 – 42 anos)	- 90g de gel à base de açaí por 3 dias consecutivos e 45g antes dos exercícios - exercícios resistidos - não utilizaram placebo	↑ MDA ↓ GPx ↓ total de leucócitos ↓ dano muscular ↓ amônia
Cruz I.A., Mender R.R., Gomes J.H., Silva A.M.O., Souza R.F., Oliveira A.S. (2019)	14 homens adultos Açaí (33,6 ± 8,3 anos) Controle (29 ± 4,5 anos)	- 200g de polpa de açaí por 25 dias - teste de corrida de 10km - grupo controle consumiu 2 frutas não vermelhas	↓ dano muscular
Terrazas S.I.B.M., Galan B.S.M., De Carvalho F.G., Venancio V.P., Antunes L.M.G., Papoti M., et al. (2019)	10 homens adultos (33,5 ± 4,7 anos)	- 400g de polpa de açaí por 15 dias - exercício incremental em bicicleta speed - utilizaram placebo com características semelhantes	↑ da capacidade antioxidante ↓MDA

Tabela 2. Características dos tipos de desenhos e a classificação da qualidade dos estudos

Autor (Ano)	Desenho do estudo	Pontuação
Sadowska-Krepa et al. (2015)	Estudo piloto, não randomizado, sem utilização de placebo	20
Carvalho-Peixoto et al. (2015)	Ensaio clínico randomizado, placebo-controle, cego	24
Viana et al. (2017)	Ensaio clínico não randomizado, sem utilização de placebo	19
Cruz et al. (2019)	Ensaio clínico randomizado, placebo-controle	21
Terrazas et al. (2019)	Ensaio clínico randomizado, cruzado, placebo-controle, cego	25

ARTIGO II

O impacto do açaí (*Euterpe oleracea*) na recuperação autonômica e cardiovascular após o exercício: Um estudo cruzado, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo

Amanda Nagáo Akimoto¹, Vítor Engrácia Valenti¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Unesp
Presidente Prudente – São Paulo, Brasil

Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento

A/C Vitor Engrácia Valenti

Endereço: Av. Roberto Simonsen, 305.

CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo

Brasil - Telefone: (18) 3229 - 5819

e-mail: amanda.akimoto@unesp.br

RESUMO

Introdução: Estudos realizados demonstraram que açaí (*Euterpe oleracea*) possui um alto valor antioxidante e é de conhecimento que estes apresentam a capacidade de inibir ou diminuir o processo de estresse oxidativo, mas não se sabe ao certo se devido a esta característica, o açaí pode ajudar a acelerar a recuperação cardíaca após exercício físico.

Objetivo: Analisar os efeitos da ingestão do açaí sobre a recuperação autonômica da frequência cardíaca, variáveis cardiovasculares e parâmetros bioquímicos após exercício máximo. **Método:** Foi realizado um estudo cruzado, randomizado, duplo-cego, placebo-controle com intervalo de sete dias entre as coletas. Participaram do estudo 7 homens com idade entre 18 e 30 anos, eutróficos, saudáveis e fisicamente ativos. Os voluntários ingeriram 30 minutos antes da realização dos protocolos 750 mg de açaí ou placebo em cápsulas de acordo com sorteio. O protocolo consistiu em 15 minutos de repouso, teste de esforço progressivo realizado em esteira ergométrica com inclinação fixa de 1% e aquecimento de 5 minutos com velocidade entre 50 e 55% da FC máxima estimada pela idade, seguido de incrementos de carga de 1km/h a cada 2 minutos até 90% da FC máxima e recuperação de 1 hora. Foram analisadas as variáveis cardiovasculares, os índices rMSSD, SD1, HF(nu), HF (ms²) da variabilidade da frequência cardíaca e parâmetros bioquímicos antes e após o exercício. P-valor <0,05 **Resultados:** Foi observado uma recuperação mais rápida da FC, PAD e do índice HF(nu) no grupo que consumiu açaí antes do exercício. Em relação a PAS, ambos os grupos recuperaram ao mesmo tempo; os índices rMSSD, SD1 e HF(ms²) não apresentaram recuperação dentro dos 60 minutos em ambos os grupos; e não houve significância em ambos os grupos nos parâmetros bioquímicos. **Conclusão:** O açaí quando consumido antes do exercício, acelerou a recuperação das variáveis cardiovasculares e autonômica em homens fisicamente ativos.

Destaques:

- O açaí apresenta propriedades antioxidantes de acordo com estudos experimentais de laboratório.
- Intervenções não farmacológicas antes do exercício são encorajadas para melhorar o sistema cardiovascular.
- Informamos que o açaí melhora a recuperação autonômica após o esforço.

Palavras-chave: Sistema nervoso autônomo; Estresse oxidativo; *Euterpe oleracea*; Recuperação após exercício; Sistema cardiovascular.

ABSTRACT

Introduction: Açai (*Euterpe oleracea*) has demonstrated an antioxidant capacity, but little is known if, due to this characteristic, açai affects autonomic recovery following exercise. **Objective:** Analyze the acute effects of açai on autonomic and cardiovascular recovery and biochemical parameters following maximum exercise. **Methods:** Seven healthy men, age between 18 and 30 years, eutrophic and physically active partook in the study. The subjects ingested 750 mg of açai or placebo in capsules 30 minutes before performing the exercise. The protocol consisted of a 15-minute rest, a progressive exercise test performed on a treadmill with a fixed inclination of 1%, and a 5-minute “warm-up” with speed between 50% and 55% of the maximum heart rate (HR) estimated by age, trailed by load increments of 1km/every 2 minutes up to 90% of the maximum HR and recovery of 60 minutes. Cardiovascular variables, rMSSD, SD1, HF(nu), and HF(ms²) indices for heart rate variability and biochemical parameters were assessed before and after exercise. **Results:** We detected a quicker recovery of HR, DBP, and HF(nu) index in the group that consumed açai before exercise. Regarding SBP both groups recovered at the same time; rMSSD, SD1, and HF(ms²) indices did not show recovery within 60 minutes in both groups; and there was no significance in both groups in the biochemical parameters. **Conclusion:** Açai improved autonomic and cardiovascular recovery after exercise in physically active men.

Highlights:

- Açai presents antioxidant properties according to laboratory experimental studies.
- Non-pharmacological interventions before exercise are encouraged to improve cardiovascular.
- We reported that açai improves autonomic recovery following effort.

Keywords: Autonomic nervous system; Oxidative Stress; *Euterpe oleracea*; Recovery after exercise, Cardiovascular system.

1. INTRODUÇÃO

O açaí (*Euterpe oleracea*), fruta tipicamente brasileira, ganhou espaço mundialmente devido a suas propriedades nutricionais e por sua alta capacidade antioxidante [1].

Na literatura, é possível encontrar estudos que demonstram que o consumo do açaí está relacionado com diferentes efeitos, dentre eles podemos citar: efeito anti-inflamatório [2-4], anti-lipidêmico [3], anti-hipertensivo [5-6], efeitos benéficos na síndrome metabólica [7], além do seu efeito antioxidante [1,8,9].

Sabe-se que os antioxidantes têm a capacidade de inibir ou diminuir os processos de oxidação gerada pelos radicais livres no organismo, estas quando em excesso, contribuem para o envelhecimento precoce e desenvolvimento de doenças, como as cardiovasculares.

Neste contexto, as doenças cardiovasculares (DCV) são as principais causas de mortalidade no mundo, estima-se que 17,9 milhões de pessoas vieram a óbito em 2019 em decorrência as DCV [10]. Por conta deste cenário, estudos vêm sendo realizados para encontrar técnicas que avaliem o risco cardiovascular [11].

Uma técnica frequentemente utilizada é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que se trata de uma medida simples e não invasiva dos impulsos autonômicos, descrevendo as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), que estão relacionadas às influências do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o nódulo sinusal [12-14].

Uma alta VFC indica uma boa adaptação, caracterizando um indivíduo com mecanismos autonômicos eficientes, enquanto uma baixa VFC indica uma adaptação anormal e insuficiente do SNA, fazendo com que o indivíduo tenha menor capacidade de tolerar uma perturbação fisiológica [14-15].

Nesse sentido, o exercício aeróbio é um estímulo que leva a perturbação fisiológica e altera o equilíbrio autonômico [16]. Nos primeiros minutos do exercício aeróbio ocorre

retirada vagal parcial seguida por uma ativação simpática que progride com o aumento da intensidade do exercício. Após o término do exercício ocorre imediatamente a reentrada vagal seguida por retirada simpática, com restauração da regulação autonômica [17-18].

Tal restauração é de extrema importância para a saúde cardiovascular, pois um atraso na reativação vagal e uma persistência da ativação simpática podem levar ao aumento da atividade ectópica cardíaca na fase de recuperação após exercício, que leva à uma maior predisposição aos riscos de DCV [18-20].

Estudos relatam melhora das respostas cardiorrespiratórias e redução do estresse metabólico induzido pelo exercício em atletas após consumo de bebida de açaí [21]. Um tratamento com extrato hidroalcoólico de açaí em ratos submetidos a infarto do miocárdio, preveniu o desenvolvimento de intolerância ao exercício e disfunção cardíaca [22]. Outro estudo concluído em ratos diabéticos demonstrou que o extrato de açaí mais exercícios reduziram a lipogênese e aumentaram as defesas antioxidantes e a excreção de colesterol [23].

Portanto na literatura observamos que o açaí demonstra efeitos benéficos ao organismo, no entanto, não se têm informações suficientes se a sua ação antioxidante sobre o estresse oxidativo, pode influenciar na regulação autonômica cardíaca durante a recuperação do exercício físico. Para responder a esta questão, este estudo tem como objetivo investigar os efeitos agudos do açaí na recuperação autonômica e cardiovascular e seus parâmetros bioquímicos após o exercício máximo.

2. MÉTODO

2.1 População de estudo

Inicialmente foram avaliados 21 sujeitos em aparente bom estado de saúde, do sexo masculino e idade entre 18 e 30 anos.

Não foram incluídos indivíduos sedentários ou insuficientemente ativos de acordo o questionário internacional de atividade física (International physical activity questionnaire - IPAQ) [24], que apresentassem distúrbios cardiorrespiratórios, neurológicos, renais, endócrinos, metabólicos, musculoesqueléticos e demais comprometimentos conhecidos ou relatados que impeçam o sujeito de realizar os procedimentos, tabagistas, etilistas, usuários de medicamentos que influenciem o sistema nervoso autônomo, indivíduos com pressão sistólica maior que 129 mmHg e diastólica maior que 84 mmHg em repouso [25], além de indivíduos que não completassem os protocolos.

Dos 21 voluntários analisados, quatro sujeitos foram excluídos por apresentarem IMC $>25 \text{ kg/m}^2$ e 10 sujeitos por não completarem os dois dias de protocolo; no total 7 voluntários participaram da amostra (**Figura 1**).

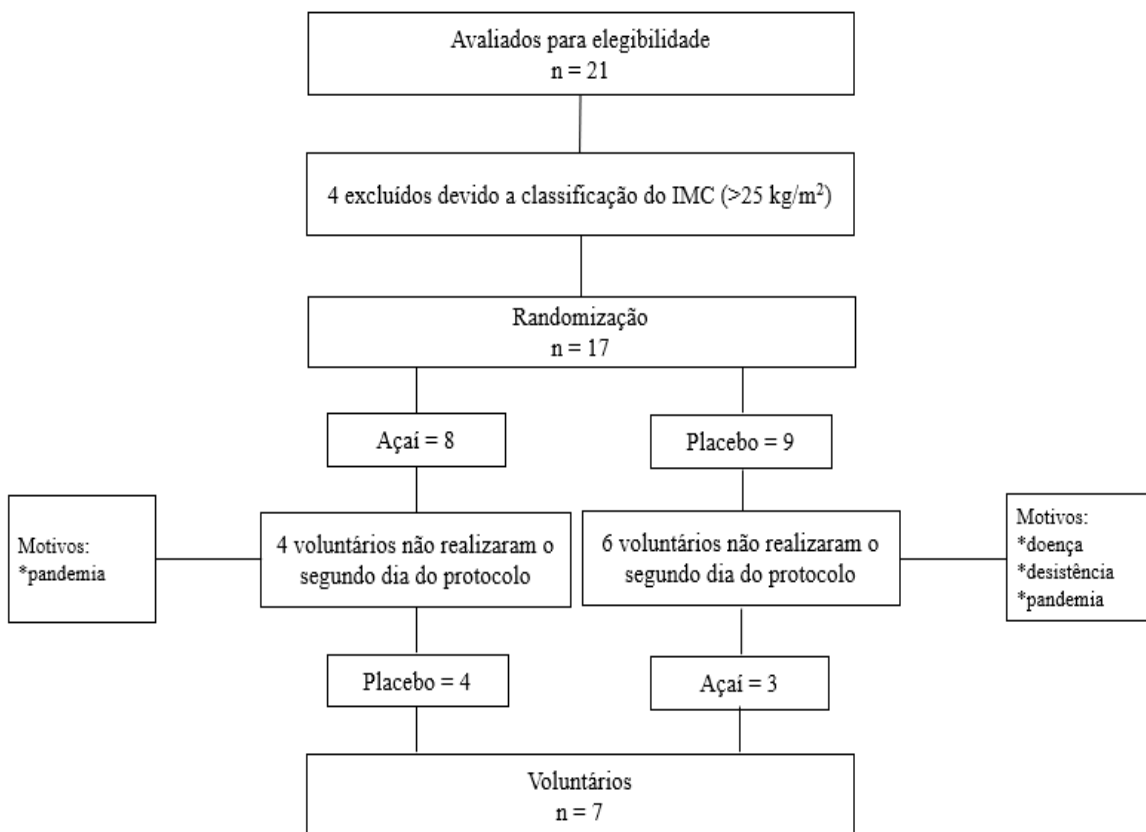


Figura 1: Fluxograma de perdas.

Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista, campus de Marília-SP via Plataforma Brasil (Número 3.098.518) e obedece à resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012.

Este projeto foi protocolado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) (Número RBR-9cvrrs).

2.2 Nível de atividade física

O nível de atividade física dos voluntários foi avaliado por meio da aplicação do IPAQ [24], questionário composto por perguntas que avaliam a atividade física em uma semana normal, a qual é subdividida em atividades como meio de transporte, atividades no trabalho, em casa, recreação, esporte, exercício e lazer, e tempo gasto sentado. Os voluntários podem ser classificados como sedentários, insuficientemente ativos, ativos e muito ativos.

2.3 Orientações aos voluntários

Antes de cada etapa, todos os voluntários foram orientados a não consumirem alimentos ou bebidas que contenham cafeína nas 8 horas anteriores aos protocolos, bem como bebidas alcoólicas nas 24 horas anteriores. Também foram orientados a não executarem atividades extenuantes nas 24 horas anteriores aos protocolos, a alimentarem-se com uma dieta leve 2 horas antes dos protocolos e a trajarem roupas confortáveis e adequadas ao exercício físico.

2.4 Randomização

As duas etapas do projeto foram denominadas de protocolo açaí (G1) e protocolo placebo (G2), cuja ordem de execução foi estabelecida por meio de um processo de randomização no qual um pesquisador independente sorteava uma carta, podendo ser o

número 1 (protocolo açaí) ou o número 2 (protocolo placebo). A ordem dos protocolos não foi informada aos voluntários e ao pesquisador responsável.

2.5 Cápsulas de açaí e placebo

As cápsulas foram manipuladas em uma farmácia especializada na cidade de Marília-SP (Erva Doce Farmácia de Manipulação e Homeopatia), apresentavam o mesmo tamanho, cor e formato. Para cada voluntário eram entregues três cápsulas de 250 mg de açaí em pó ou de amido (placebo), totalizando 750 mg, que eram entregues de acordo com o protocolo sorteado do dia.

2.6 Avaliação inicial

Antes do início do procedimento experimental, os voluntários foram identificados coletando-se as seguintes informações: idade, sexo, massa corporal, altura, índice de massa corporal (IMC), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD).

As medidas antropométricas foram obtidas de acordo com as recomendações descritas por Lohman et al. [26]. A massa corporal e o índice de massa corporal foram determinados utilizando-se uma balança de bioimpedância (OMRON HBF-514C, Kyoto, Japão). A estatura foi determinada em um estadiômetro (ES2020, Sanny, Brasil) com precisão de 0,1 cm.

A frequência cardíaca foi avaliada pelo monitor Polar RS800CX Heart Rate (Polar Electro, Finlândia) e a frequência respiratória foi realizada pela contagem das respirações durante um minuto sem o conhecimento do voluntário para que não ocorra influência e consequente interferência no padrão respiratório [27].

A pressão arterial foi medida indiretamente pela ausculta através de um esfigmomanômetro aneróide calibrado (P.A. MED[®], Itupeva, SP, Brasil) e estetoscópio (P.A. MED[®], Itupeva, SP, Brasil) no braço esquerdo com o sujeito sentado [28].

Para evitar distorções diversas na determinação das medidas dos voluntários, um único avaliador mensurou os mesmos parâmetros durante todo o experimento.

2.7 Protocolo açai e placebo

Os protocolos foram realizados de forma individual, entre 17h e 22h, para padronizar a influência do ritmo circadiano sobre os parâmetros avaliados, em uma sala com temperatura entre 20°C e 26° C e umidade entre 40 e 70%. As coletas foram realizadas na Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – Campus II de Marília-SP.

Trinta minutos anteriores a realização dos procedimentos, os voluntários ingeriram 750 mg açai ou 750 mg placebo em cápsulas de acordo com a carta sorteada.

Antes da realização do repouso foi posicionada no tórax dos voluntários, na região do terço distal do esterno, a cinta de captação de frequência cardíaca Polar RS800CX (Polar Electro, Finlândia) para registro da FC batimento a batimento durante toda a coleta. Os voluntários foram orientados a se manterem sentados em repouso por 15 minutos, evitando conversas durante a coleta [29]. Durante o repouso, foram registrados no 15º minuto valores de FC, PAS, PAD e FR.

Em seguida, os voluntários foram submetidos a um teste progressivo máximo em esteira ergométrica (Evolution Fitness, EVO 4000) com inclinação fixa de 1%, aquecimento por 5 minutos com 50-55% da FC máxima estimada pela idade (220-idade)[30] e incrementos de carga de 1km/h a cada 2 minutos até atingirem 90% da FC máxima estimada pela idade. O esforço do voluntário foi monitorado através da aplicação da escala de Borg (escala de esforço subjetivo)[31].

Após o protocolo, os voluntários ficaram em pé por 3 minutos e 57 minutos sentados, onde foram registradas FC, PAS, PAD e FR nos minutos 1”, 2”, 3”, 5”, 7”, 10”, 20”, 30”, 40”, 50” e 60”.

2.8 Análise da variabilidade da frequência cardíaca

A análise da VFC no domínio do tempo foi realizada por meio do índice rMSSD que significa a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos (ms), e que representa a modulação parassimpática [12].

A análise do rMSSD foi no repouso – Rep (10-15 minutos) e durante a recuperação nos momentos - M1 (1 minuto), M2 (2 minutos), M3 (3 minutos), M4 (5-10 minutos), M5 (15-20 minutos), M6 (25-30 minutos), M7 (35-40 minutos), M8 (45-50 minutos) e M9 (55-60 minutos) após a realização do exercício [32].

Para a análise no domínio da frequência foi utilizado o componente de alta frequência (HF) em unidades normalizadas (nu) e em milissegundos (ms^2), que possui variação de 0,15 a 0,4 hertz (Hz), e correspondente à modulação parassimpática [12].

A análise do índice geométrico foi realizada através do índice SD1 que representa o desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento e corresponde à modulação parassimpática [12].

As análises do HF (nu), HF (ms^2) e SD1 foram no repouso - Rep (10-15 minutos) e durante a recuperação nos momentos - M4 (5-10 minutos), M5 (15-20 minutos), M6 (25-30 minutos), M7 (35-40 minutos), M8 (45-50 minutos) e M9 (55-60 minutos) após a realização do exercício [32].

Para análise da VFC, a FC foi registrada batimento a batimento durante todo o protocolo pelo cardiofrequencímetro (Polar RS800cx, Finlândia) e os intervalos RR registrados pelo monitor portátil cardíaco foram transferidos para o programa Polar ProTrainer (3,0 v., Polar Electro, Finlândia). Foi realizado uma filtragem digital para a eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos no próprio programa e depois selecionados trechos de cinco minutos e salvo em “txt”. Estes dados foram transferidos ao

programa Microsoft Excel 2010 e realizada a filtragem manual. Para a análise dos dados, foram selecionadas séries estáveis com 60 intervalos RR (M1, M2 e M3) e 256 intervalos RR[13](REP e M4 a M9) e somente aquelas com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo [33].

Para o cálculo dos índices lineares foi utilizado o software Kubios HRV[®] 2.1 analysis [34].

2.9 Avaliação de parâmetros bioquímicos

Foram analisadas a capacidade antioxidante total do plasma (FRAP), peroxidação lipídica (TBARS) e a quantidade de óxido nítrico (Determinação colorimétrica de nitratos/nitritos).

Para estas análises, foram coletadas amostras sanguíneas (15ml) logo após o repouso (Rep), entre 5 e 10 minutos após o teste de esforço (TE) e ao final da recuperação (Rec). As amostras sanguíneas foram centrifugadas por 15 minutos a 4°C e armazenadas a -20° C e posteriormente enviadas e analisadas em conjunto com o Laboratório de Farmacologia e Terapêutica Experimental da Faculdade de Medicina de Marília.

2.9.1 FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma)

Para realizar a análise da capacidade antioxidante total do plasma, foram preparadas três soluções: A (Tampão acetato: 300 mM, pH 3,6 e Hcl 40 mM), B (TPTZ - 2,4,6-tri[2-pyridyl]-s-triazine - 10 Mm) e C (cloreto férrico hexahidratado - FeCl₃.6H₂O - 20 mM), formando o reagente de trabalho A + B + C na proporção 10:1:1 (V/V). Em seguida, 80 µL do plasma obtido foi adicionado à uma mistura de água deionizada (250 µL) com o reagente de trabalho (2,4 mL). Esta solução contendo a amostra foi incubada em banho-maria a 37°C por 15 minutos no escuro. Em seguida, as concentrações de FRAP foram estimadas interpolando-se as absorbâncias determinadas nas amostras com aquelas determinadas em uma curva-padrão, a qual foi preparada através da diluição de uma solução de padrão de

sulfato ferroso (Fe¹¹) em água destilada, obtendo as concentrações finais 0, 31,25, 62,5, 125, 250, 500, 1000 µmol/L. Depois, esta solução foi colocada em microplacas e realizada a leitura espectrofotométrica com as amostras no comprimento de onda 593nm [35].

2.9.2 TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances)

Para a estimativa do estresse oxidativo nos sujeitos, foram quantificados os produtos da peroxidação lipídica por meio da reação do malondialdeído (MDA) com ácido tiobarbitúrico (TBA). Para esta análise, 100µL de amostra de plasma foram acrescidas a 10 µL de butil-hidroxi-tolueno (BHT) e, posteriormente, a uma solução contendo 100 µl de dodecil sulfato de sódio (SDS) a 10%, 300 µl de água destilada, 750 µl de ácido acético a 20% e 750 µl de TBA. Esta solução contendo a amostra foi incubada em banho-maria a 90-100°C por 60 minutos e, em seguida, colocadas em banho de gelo por 10 minutos para finalizar a reação. Por fim, esta solução foi centrifugada a 3000 rpm, por 10 minutos a 4°C e 200 µL do sobrenadante foram transferidos para uma microplaca onde foi feita a leitura em espectrofotômetro a 532 nm. As concentrações de TBARS foram estimadas interpolando-se as absorbâncias determinadas nas amostras com aquelas determinadas em uma curva-padrão, a qual foi preparada através da diluição de uma solução mãe de 1,1,3 tetraetoxipropano (em etanol - 0,42%) em água destilada, obtendo as concentrações finais 0, 0,625, 1,25, 2,5, 5,0, 10,0, 50,0, 100,0 µmol / L [36,37].

2.9.3 Determinação colorimétrica de nitratos/nitritos

Determinar nitrato/nitrito com intuito de inferir a quantidade de oxido nítrico. Alíquotas de 50 µL de amostras de plasma foram acrescidas de 250 µL de tampão fosfato (Na₂HPO₄ anidro 0,027 mol/L + NaH₂PO₄ anidro 0,020 mol/L, pH 7,4), NADPH 1,8 µmol/L e nitrato redutase de *Aspergillus* 1 U/ml. Esta solução foi colocada em banho maria por 90 minutos a 37°C, foi adicionado metossulfato de fenazina 80 µmol/L e deixado em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente e em local escuro. A seguir foi adicionado à solução o

sulfato de zinco (0,5 mol/L) dissolvido em etanol 50% e Na₂CO₃ 0,5 mol/L para a desproteinização das amostras. Após incubação de 5 minutos à temperatura ambiente, esta solução foi centrifugada por 10 minutos a 4°C e 12.000 rpm. Em seguida 500 µL do sobrenadante coletado foram juntados ao reagente de Griess I (sulfanilamida 1% diluído em HCl 3N) e, após 5 minutos, ao reagente de Griess II (naftiletilediamina 0,1% diluído em HCl 3N). Após 10 minutos de incubação ao abrigo da luz, esta solução foi centrifugada por 5 minutos a 12.000 rpm. Foram transferidos 250 µl do sobrenadante para uma microplaca e lido em espectrofotômetro em 540 nm. A concentração de nitrito foi estimada interpolando-se as absorbâncias determinadas nas amostras com aquelas determinadas em uma curva-padrão obtida com NaNO₂ [38].

2.10 Análise estatística

Para análise dos dados foi realizada estatística descritiva para caracterização da amostra e os resultados foram apresentados com valores de média, desvio padrão e valores mínimos e máximos.

A normalidade dos dados foi determinada por meio do teste Teste de Ryan-Joiner (similar ao Shapiro-Wilk).

Para análise dos momentos (repouso vs. momentos de recuperação), foi utilizado o teste de ANOVA para medidas repetidas, seguido do pós-teste Bonferroni (dados paramétricos) ou pelo teste de Friedman, seguido do pós-teste de Dunn (dados não paramétricos).

Diferenças em todos os testes foram consideradas estatisticamente significantes quando o "p" valor for menor que 0,05.

As análises foram realizadas utilizando-se os softwares Minitab[®] - versão 13.20 (Minitab[®], PA, USA), Graph Pad InStat[®] – versão 3.06, 2003 (GraphPad Software[®], Inc., San Diego California USA).

3. RESULTADOS

As características dos 7 voluntários em seus respectivos grupos estão descritas na

Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos voluntários. Valores médios seguidos pelos desvios padrões.

	Açaí	Placebo	p-valor
Idade (anos)		23,43±4,58	-
Massa (Kg)		71,59±11,67	-
Altura (m)		1,78±0,10	-
IMC (Kg/m ²)		22,42±2,25	-
PAS inicial (mmHg)	109,714±6,676	111,142±3,805	0,4663
PAS final (mmHg)	107,142±7,734	106,571±3,952	0,8688
PAD inicial (mmHg)	76,857±5,273	75,428±7,277	0,6221
PAD final (mmHg)	75,142±7,559	73,714±7,521	0,5879
FC inicial (bpm)	67,714±13,338	70,142±10,730	0,5665
FC final (bpm)	83,142±13,171	83,571±9,289	0,8343
FR inicial (rpm)	13,428±1,813	14,142±2,193	0,4108
FR final (rpm)	13,285±2,690	14,285±4,386	0,5155

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; Kg: quilogramas; m: metros; mmHg: milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto; rpm: respirações por minuto.

3.1 Variáveis Cardiovasculares

O comportamento das variáveis cardiovasculares durante o período de recuperação e sua comparação ao repouso inicial é apresentado na **Figura 2**.

Em relação à FC, observa-se uma recuperação após 40 minutos para o grupo G1 (açaí) e 50 minutos para o G2 (placebo).

Em relação à PAS, ambos os grupos se recuperaram após dois minutos, já em relação à PAD, o G2 apresentou uma recuperação após um minuto, enquanto para G1 não houve diferença estatisticamente significativa.

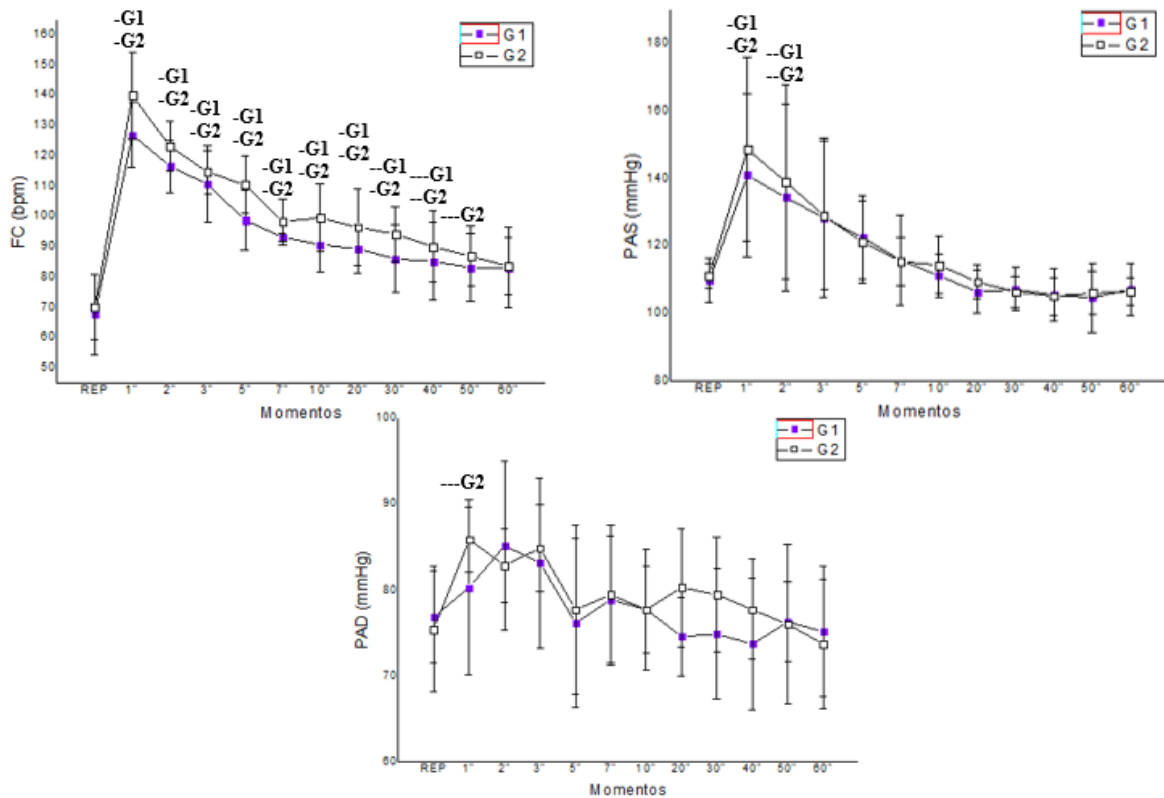


Figura 2. Variáveis Cardiovasculares. Valores médios e respectivos desvio-padrão da FC, PAS e PAD obtidos em repouso (REP) e durante a recuperação. -G1 e -G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,001$); --G1 e --G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,01$); ---G1 e ---G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,05$). G1: grupo açai; G2: grupo placebo. FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; bpm: batimentos por minuto; mmHg: milímetros de mercúrio; G1: grupo açai; G2: grupo placebo.

3.2 Índices da VFC

O comportamento dos índices da VFC durante o período de recuperação e sua comparação ao repouso inicial é apresentado na **Figura 3** e **Figura 4**.

Os índices rMSSD, SD1 e HF(ms^2) não apresentaram recuperação em 60 minutos para ambos os grupos

O índice HF (nu), apresentou recuperação após M5 no grupo G1 e M7 no G2

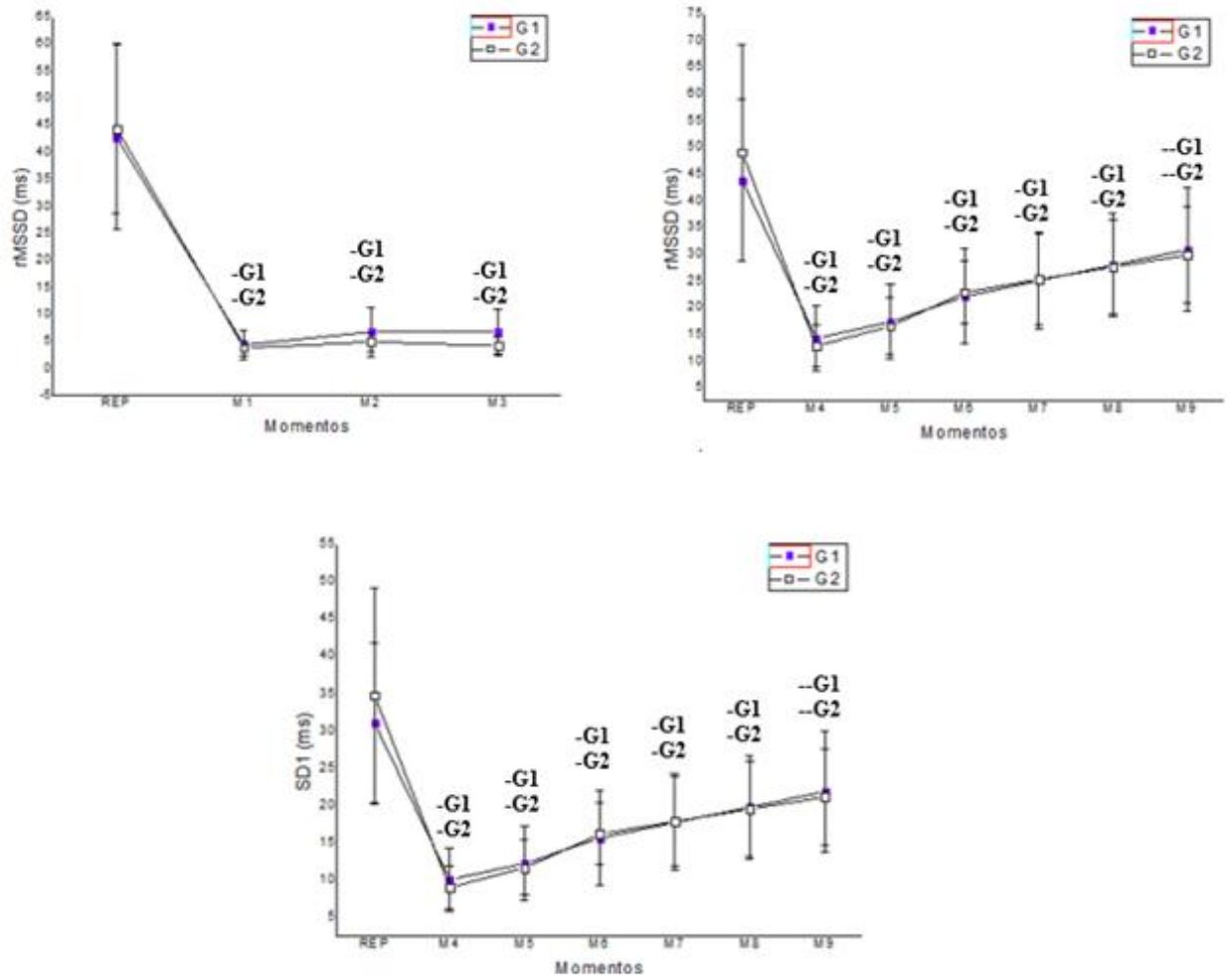


Figura 3. Índices da VFC. Valores médios e respectivos desvio-padrão dos índices rMSSD e SD1 e obtidos em repouso (REP) e durante a recuperação. -G1 e -G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,001$); --G1 e --G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,01$); ---G1 e ---G2: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,05$). VFC: variabilidade da frequência cardíaca; rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; SD1: desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento; ms: milissegundos; G1: grupo açai; G2: grupo placebo.

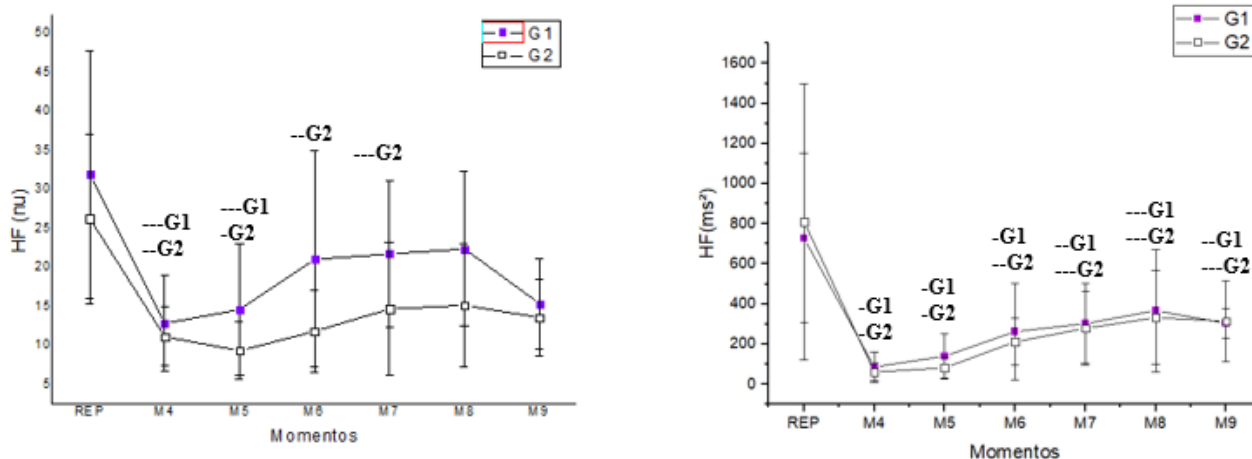


Figura 4. Índices da VFC. Valores médios e respectivos desvio-padrão dos índices HF (nu) e HF (ms²) obtidos em repouso (REP) e durante a recuperação. **-G1** e **-G2**: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,001$); **--G1** e **--G2**: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,01$); **---G1** e **---G2**: Valores com diferenças significantes em relação ao repouso ($p < 0,05$). VFC: variabilidade da frequência cardíaca; HF: alta frequência; nu: unidades normalizadas; ms: milissegundos; G1: grupo açai; G2: grupo placebo.

3.3 Parâmetros Bioquímicos

O comportamento dos parâmetros bioquímicos durante o período de recuperação e sua comparação ao repouso inicial é apresentado na **Figura 5**.

Em relação ao FRAP, TBARS e concentração de nitrato/nitrito, não houve diferença estatisticamente significante em ambos os grupos.

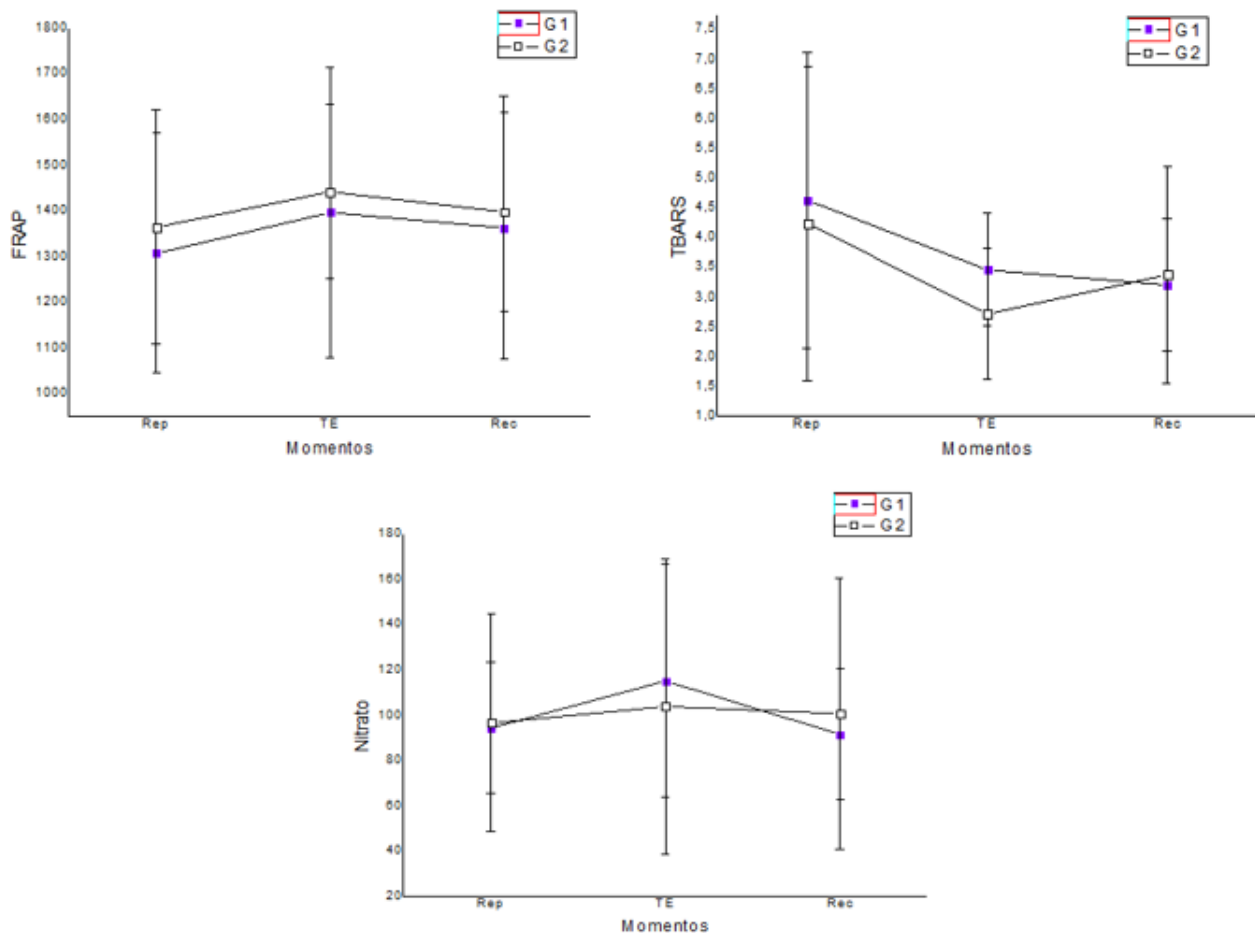


Figura 5. Parâmetros Bioquímicos. Valores médios e respectivos desvio-padrão dos parâmetros bioquímicos FRAP, TBARS e concentração de nitratos/nitritos obtidos após o repouso (Rep), após o teste de esforço (TE) e ao final da recuperação (Rec). FRAP: Ferric Reducing Ability of Plasma; TBARS: Thiobarbituric Acid Reactive Substances; G1: grupo açai; G2: grupo placebo.

4. DISCUSSÃO

Este é um estudo cruzado, randomizado e placebo-controle, que teve como objetivo verificar os efeitos da ingestão aguda do açai em pó na recuperação do estresse autonômico, cardiovascular e oxidativo após o exercício. Os principais achados incluem: (1) a recuperação da FC após o exercício foi mais rápida quando os indivíduos ingeriram açai; (2) Açai acelerou o retorno da PAD à linha de base após o esforço máximo; (3) A recuperação de HF (nu) foi mais rápida em participantes que consumiram açai.

Em relação aos parâmetros cardíacos, encontramos uma recuperação mais acelerada da FC e PAD após o exercício, mas não observamos diferença significativa na PAS.

Na literatura, os resultados observados foram variados; o estudo de Vilhena e colaboradores [39] demonstraram que o tratamento realizado com extrato de açaí foi capaz de reduzir a PAS, restaurar a disfunção endotelial e diminuição das alterações estruturais cardiovasculares em ratos hipertensivos.

Resultados positivos também foram encontrados no estudo realizado em humanos por Carvalho-Peixoto et al. [21] que observaram uma atenuação no aumento da FC, VO₂, VCO₂ e VE no exercício, após a ingestão de uma bebida à base de açaí.

Já a intervenção nutricional realizada por Alqurashi e colaboradores [40], não observaram mudanças significativas na PA, FC e glicose em homens com sobrepeso, após a suplementação de um *smoothie* à base de açaí durante uma refeição com alto teor de gordura por 30 dias.

Dito isso, um fator que pode influenciar a divergência entre os resultados, tanto aos obtidos neste estudo quanto aos relatados na literatura, é em relação ao tempo que o açaí foi administrado; a suplementação utilizada nos artigos já publicados é de mais de três dias, enquanto neste estudo o açaí foi consumido apenas no dia do exercício físico.

Para verificar se as mudanças ocorridas nas variáveis cardiovasculares seriam decorrentes de alterações no estresse oxidativo, foram analisados os parâmetros bioquímicos. Entretanto, em relação a estas análises, nosso estudo não encontrou diferenças significativas entre os grupos, o que difere dos achados na literatura.

Em estudos realizados em homens (jovens e adultos), fisicamente ativos que consumiram açaí antes do exercício, encontraram uma diminuição do malondialdeído (MDA) e melhora na capacidade antioxidante, demonstrando que o açaí foi eficaz no estresse

oxidativo [21,41,42]. Entretanto, outro estudo também com homens fisicamente ativos, encontrou um resultado inverso ao que foi relatado anteriormente [43].

Essas divergências entre os nossos resultados e o que já foi descrito na literatura, podem ser devido ao número de voluntários, a dose, formato e tempo em que o açaí foi ingerido e o tipo de exercício realizado, visto que observamos diferenças na metodologia aplicada em todos os estudos.

Outro ponto desta dissertação foi analisar a relação entre o açaí e a VFC, em que obtivemos uma recuperação mais rápida do HF (nu) e a não recuperação em 60 minutos dos índices rMSSD, SD1 e HF(ms²).

Na literatura, é possível encontrar relatos sobre antioxidantes e VFC, dentre eles podemos destacar a polpa do abacate e o extrato de beterraba que melhoraram a recuperação cardiovascular e autonômica quando consumidos antes do exercício [44-45]. Porém, até o presente momento, estudos nessa temática, realizados com o açaí, não foram relatados.

A melhora do HF(nu) pode ter relação com a rápida recuperação da FC e PAD, haja vista que possivelmente o controle central da regulação cardiovascular esteja envolvida.

Outros mecanismos envolvidos nesta regulação são o barorreflexo, que está relacionado com a PA e o reflexo pressor, que é um reflexo neural periférico, no qual fibras aferentes do grupo III e IV transmitem informações mecânicas e metabólicas do músculo em contração através da medula espinhal para os centros de controle cardiovascular no tronco cerebral [46].

Dentro deste contexto, durante o exercício ocorre o aumento da atividade simpática e a retirada vagal, que são caracterizados pelo aumento da FC, volume sistólico, débito cardíaco, PA e uma vasodilatação induzida pelo acúmulo de metabólitos, fazendo com que os mecanismos acima sejam ativados [46]. Sendo assim, os antioxidantes presentes no açaí,

podem estar relacionados com a retirada mais rápida dos metabólitos formados e com a atenuação das variáveis cardiovasculares.

Em relação à ausência de diferença significativa em alguns dos resultados, precisamos destacar o baixo número de voluntários que participaram de todos os procedimentos (n=7), porém é necessário citar a interrupção da pesquisa por conta da pandemia COVID-19, no qual resultou a exclusão de alguns indivíduos.

É importante ressaltar que os resultados encontrados, não podem ser aplicados para toda população, visto que composição da nossa amostra é de homens adultos, em bom estado de saúde, eutróficos e fisicamente ativos [47-48].

Outro ponto importante a destacarmos é em relação ao tempo de administração do açaí, neste estudo a ingestão do açaí foi de forma aguda, 30 minutos antes do exercício; já na literatura encontramos resultados com um período maior de suplementação, com ou sem a ingestão no dia da atividade física.

Tendo em vista que o açaí apresentou resultados promissores na recuperação após exercício, incentivamos a realização de novas pesquisas na área visando diferentes populações, tipos de exercício, forma e período de administração do açaí.

5. CONCLUSÃO

O açaí (*Euterpe oleracea*) quando consumido antes do exercício, ajudou a acelerar a recuperação das variáveis cardiovasculares e autonômica em homens fisicamente ativos, mas não teve impacto sobre o estresse oxidativo.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos membros do Laboratório de Farmacologia e Terapêutica Experimental da Faculdade de Medicina de Marília pelo envolvimento na análise sanguínea e assistência técnica neste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Conflitos de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Schaus AG, Wu X, Prior RL, Ou B, Huang D, Owens J, et al. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Acai). *J Agric Food Chem*. 2006;54:8604–10. doi: 10.1021/jf0609779.
2. Moura RS, Ferreira SF, Lopes AA, Pires KMP, Nesi RT, Resende AC, et al. Effects of *Euterpe oleracea* Mart. (AÇAÍ) extract in acute lung inflammation induced by cigarette smoke in the mouse. *Phytomedicine*. 2012;19(3-4):262-9. doi: 10.1016/j.phymed.2011.11.004.
3. Martino HSD, Dias MMS, Noratto G, Talcott S, Mertens-Talcott SU. Anti-lipidaemic and anti-inflammatory effect of açai (*Euterpe oleracea* Martius) polyphenols on 3T3-L1 adipocytes. *J Funct Foods*. 2016;23:432-43. doi: 10.1016/j.jff.2016.02.037.
4. Aranha LN, Silva MG, Uehara SK, Luiz RR, Nogueira Neto JF, Rosa G, et al. Effects of a hypoenergetic diet associated with açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp consumption on antioxidant status, oxidative stress and inflammatory biomarkers in overweight, dyslipidemic individuals. *Clin Nutr*. 2020;39(5):1464-1469. doi: 10.1016/j.clnu.2019.06.008.
5. Rocha AP, Carvalho LC, Sousa MA, Madeira SV, Sousa PJ, Tano T, et al. Endothelium-dependent vasodilator effect of *Euterpe oleracea* Mart. (Acai) extracts in mesenteric vascular bed of the rat. *Vascul Pharmacol*. 2007; 6(2):97-104. doi: 10.1016/j.vph.2006.08.411.

6. da Costa CA, de Oliveira PR, de Bem GF, de Cavalho LC, Ognibene DT, da Silva AF, et al. Euterpe oleracea Mart.-derived polyphenols prevent endotelial dysfunction and vascular structural changes in renovascular hypertensive rats: role of oxidative stress. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.* 2012; 385(12):1199-209. doi: 10.1007/s00210-012-0798-z.
7. de Oliveira PRB, da Costa CA, de Bem GF, de Cavalho LC, de Souza MA, de Lemos Neto M, et al. Effects of an extract obtained from fruits of Euterpe oleracea Mart. in the components of metabolic syndrome induced in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2010;56:619–26. doi: 10.1097/FJC.0b013e3181f78da4.
8. Bonomo Lde F, Silva DN, Boasquivis PF, Paiva FA, Guerra JF, Martins TA, et al. Açai (Euterpe oleracea Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. *PLoS One.* 2014; 3;9(3):e89933. doi: 10.1371/journal.pone.0089933.
9. de Bem GF, Okinga A, Ognibene DT, da Costa CA, Santos IB, Soares RA, et al. Anxiolytic and antioxidant effects of Euterpe oleracea Mart. (açai) seed extract in adult rat offspring submitted to periodic maternal separation. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2020; 45(11):1277-1286. doi: 10.1139/apnm-2020-0099.
10. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). 2021. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
11. Litwin SE. Which measures of obesity best predict cardiovascular risk? *J Am Coll Cardiol* 2008;52(8):616-9.
12. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TDd, Godoy MFd. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009; 24(2):205–17. doi: 10.1590/S0102-76382009000200018.
13. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996;93(5):1043–65.
14. Grässler B, Thielmann B, Böckelmann I, Hökelmann A. Effects of Different Training Interventions on Heart Rate Variability and Cardiovascular Health and Risk Factors in Young and Middle-Aged Adults: A Systematic Review. *Front Physiol.* 2021;12:657274. doi:10.3389/fphys.2021.657274.
15. Pumpřla J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol.* 2002; 84(1):1-14. doi: 10.1016/s0167-5273(02)00057-8.

16. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís.* 2004;18: 21-31.
17. Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF. Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Prog Cardiovasc Dis.* 2006;48(5): 342–6. doi: 10.1016/j.pcad.2005.11.003
18. Lima JRP, Oliveira TP, Ferreira-Júnior AJ. Recuperação autonômica cardíaca pós-exercício: revisão dos mecanismos autonômicos envolvidos e relevância clínica e desportiva. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.* 2012;8:419-430.
19. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med.* 2000;343(19):1355-61. doi: 10.1056/NEJM200011093431902.
20. Imai K, Sato H, Masatsugu H, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1994;24(6): 1529–35. doi: 10.1016/0735-1097(94)90150-3.
21. Carvalho-Peixoto J, Moura MR, Cunha FA, Lollo PC, Monteiro WD, Carvalho LM, et al. Consumption of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) functional beverage reduces muscle stress and improves effort tolerance in elite athletes: a randomized controlled intervention study. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(7):725–733. doi: 10.1139/apnm-2014-0518.
22. Zapata-Sudo G, da Silva JS, Pereira SL, Souza PJC, de Moura RS, Sudo RT. Oral treatment with *Euterpe oleracea* Mart. (acai) extract improves cardiac dysfunction and exercise intolerance in rats subjected to myocardial infarction. *BMC Complement Altern Med.* 2014;14:227. doi: 10.1186/1472-6882-14-227.
23. de Bem GF, da Costa CA, Cordeiro VSC, Santos IB, de Carvalho LCRM, Soares RA, et al. *Euterpe oleracea* Mart. (açai) seed extract associated with exercise training reduces hepatic steatosis in type 2 diabetic male rats. *J Nutr Biochem.* 2018;52:70–81. doi: 10.1016/j.jnutbio.2017.09.021.
24. Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên e Mov.* 2001;9(3), 45-51.

25. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa ADM, Machado CA, et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. *Arq Bras Cardiol.* 2021;116(3):516-658.
26. Lohman TG, Roche AF, Martorelli R. *Anthropometric Standardization Reference Manual.* Champaign: Human Kinetics Books; 1988.
27. Irwin S, Tecklin JS. *Fisioterapia cardiopulmonar.* São Paulo: Manole; 2003.
28. Stergiou GS, Alpert B, Mieke S, Asmar R, Atkins N, Eckert S, et al. A universal standard for the validation of blood pressure measuring devices: Association for the Advancement of Medical Instrumentation/European Society of Hypertension/International Organization for Standardization (AAMI/ESH/ISO) Collaboration Statement. *J Hypertens.* 2018;36(3):472-478. doi: 10.1097/HJH.0000000000001634.
29. Gonzaga LA, Vanderlei LCM, Gomes RL, Valenti VE. Caffeine affects autonomic control of heart rate and blood pressure recovery after aerobic exercise in young adults: a crossover study. *Sci. Rep.* 2017;7(1491): 1-8. doi: 10.1038/s41598-017-14540-4.
30. Cambri LT, Foza V, Nakamura FY, De-Oliveira FR. Frequência cardíaca e a identificação dos pontos de transição metabólica em esteira rolante. *Rev Ed Física/UEM.* 2006;17(2):131-137.
31. Borg G. *Escalas de Borg para a Dor e Esforço Percebido.* São Paulo: Manole; 2000.
32. Gomes RL. Efeitos do estímulo auditivo musical sobre a resposta autonômica cardíaca e parâmetros cardiorrespiratórios durante e após exercício submáximo [Dissertação]. Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2015.
33. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res.* 2008;41(10):854-9. doi:10.1590/S0100-879X2008005000039.
34. Niskanen JP, Tarvaainen MP, Rantha-Aho PO, Karjalainen PA. Software for advanced HRV analysis. *Comp Met Progr Biomed.* 2004;76(1):73-81. doi: 10.1016/j.cmpb.2004.03.004.
35. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996;239(1):70-6. doi: 10.1006/abio.

36. Wills ED. Mechanisms of lipid peroxide formation in animal tissues. *Biochem J.* 1966;99(3):667-76. doi: 10.1042/bj0990667.
37. Yagi K. Simple assay for the level of total lipid peroxides in serum or plasma. *Methods Mol Biol.* 1998;108:101-6. doi:10.1385/0-89603-472-0:101.
38. Giustarini D, Rossi R, Milzani A, Dalle-Donne I. Nitrite and nitrate measurement by Griess reagent in human plasma: evaluation of interferences and standardization. *Methods Enzymol.* 2008;440:361-80. doi: 10.1016/S0076-6879(07)00823-3.
39. Vilhena JC, Cunha LLM, Jorge TM, Machado ML, Soares RA, Santos IB, et al. Açai reverses adverse cardiovascular remodeling in renovascular hypertension: a comparative effect with Enalapril. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2021; 77(5):673-684. doi: 10.1097/FJC.0000000000001003.
40. Alqurashi RM, Galante LA, Rowland IR, Spencer JPE, Commane DM. Consumption of a flavonoid-rich açai meal is associated with acute improvements in vascular function and a reduction in total oxidative status in healthy overweight men. *Am J Clin Nutr.* 2016;104(5):1227-1235. doi: 10.3945/ajcn.115.128728.
41. Terrazas SIBM, Galan BSM, De Carvalho FG, Venancio VP, Antunes LMG, Papoti M, et al. Açai pulp supplementation as a nutritional strategy to prevent oxidative damage, improve oxidative status, and modulate blood lactate of male cyclists. *Eur J Nutr.* 2019;59(7):2985-2995. doi: 10.1007/s00394-019-02138-7.
42. Sadowska-Krępa E, Kłapcińska B, Podgórski T, Szade B, Tyl K, Hadzik A. 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. *Biol Sport.* 2015;32(2):161-168. doi: 10.5604/20831862.1144419.
43. Viana DS, Carvalho LMJ, Moura MRL, Carvalho-Peixoto J, Carvalho JLV. Biochemical assessment of oxidative stress by the use of açai (*Euterpe oleracea* Martius) gel in physically active individuals. *Food Sci Technol.* 2017;37(1):90-96. doi:10.1590/1678-457x.0046.
44. Sousa FH, Valenti VE, Pereira LC, Bueno RR, Prates S, Akimoto AN, et al. Avocado (*Persea americana*) pulp improves cardiovascular and autonomic recovery following submaximal running: a crossover, randomized, double-blind and placebo-controlled trial. *Sci Rep.* 2020;10(1):10703. doi: 10.1038/s41598-020-67577-3.
45. Benjamim CJR, S Júnior FW, de Figueirêdo MÍLS, Benjamim CJR, Cavalcante TCF, da Silva AAM, et al. Beetroot (*Beta Vulgaris* L.) Extract Acutely Improves Heart Rate Variability Recovery Following Strength Exercise: A Randomized, Double-

- Blind, Placebo-Controlled Crossover Trial-Pilot Study. *J Am Coll Nutr.* 2020;40(4):307-316. doi: 10.1080/07315724.2020.1774441.
46. Angius L, Crisafulli A. Exercise intolerance and fatigue in chronic heart failure: is there a role for group III/IV afferent feedback? *Eur J Prev Cardiol.* 2020;27(17):1862-1872. doi: 10.1177/2047487320906919.
47. Blaak E. Gender differences in fat metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2001;4(6): 499–50. doi: 10.1097/00075197-200111000-00006.
48. Racette, S. B., Deusinger, S. S. & Deusinger, R. H. Obesity: overview of prevalence, etiology, and treatment. *Phys Ther.* 2003;83(3): 276-88.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os antioxidantes presentes no açaí (*Euterpe oleracea*) demonstram serem bons aliados como forma de suplementação antes de uma atividade física, visto que estudos realizados em homens jovens e adultos relataram que o açaí foi capaz de reduzir o estresse oxidativo e dano muscular, melhorar as respostas cardiorrespiratórias, parâmetro imunológico e performance; também foi observado que quando ingerido de forma aguda antes da realização de um teste de esforço, o açaí foi capaz de acelerar a recuperação das variáveis cardiovasculares e autonômica em homens adultos fisicamente ativos, mas sem mudanças no estresse oxidativo.

REFERÊNCIAS

1. YAMAGUCHI, K. K. L. *et al.* Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v.179, p.137–151, 2015. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.01.055. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615000576?via%3Dihub>.
2. 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, p.1199-1205, 2009. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.01.034. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814609000715>
3. 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. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.10.053. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996917307330?via%3Dihub>.
4. SABBE, S. *et al.* Consumer liking of fruit juices with different açai (*Euterpe oleracea* Mart.) concentrations. **Journal of Food Science**, v.74, p.S171-6, 2009. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01146.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2009.01146.x>.
5. SERRA, F. R., SANTOS, D. F. Açai – Análise Mensal. **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai/item/13736-acai-analise-mensal-junho-2020>. Acesso em: 22 set. 2020.
6. MATHEUS, M. E. *et al.* Inhibitory effects of *Euterpe oleracea* Mart. on nitric oxide production and iNOS expression. **Journal of Ethnopharmacology**, v.107, p.291-6, 2006. DOI: 10.1016/j.jep.2006.03.010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874106001553?via%3Dihub>.
7. BEM, G. F. *et al.* Anxiolytic and antioxidant effects of *Euterpe oleracea* Mart. (açai) seed extract in adult rat offspring submitted to periodic maternal separation. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.45, p.1277-1286, 2020. DOI: 10.1139/apnm-2020-0099. Disponível em: https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/apnm-2020-0099?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed.
8. 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, p.e89933, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0089933. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0089933>.

9. SCHAUS, A. G. *et al.* Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.8604–8610, 2006. DOI:10.1021/jf0609779. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0609779>.

10. ARANHA, L. N. *et al.* Effects of a hypoenergetic diet associated with açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp consumption on antioxidant status, oxidative stress and inflammatory biomarkers in overweight, dyslipidemic individuals. **Clinical Nutrition**, v.39, p.1464-1469, 2020. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.06.008. Disponível em: [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261-5614\(19\)30263-8](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261-5614(19)30263-8).

11. MARTINO, H. S. D. *et al.* Anti-lipidaemic and anti-inflammatory effect of açaí (*Euterpe oleracea* Martius) polyphenols on 3T3-L1 adipocytes. **Journal of Functional Foods**, v.23, p.432–443, 2016. DOI: 10.1016/j.jff.2016.02.037. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464616000931?via%3Dihub>.

12. 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, p.262–269, 2012. DOI: 10.1016/j.phymed.2011.11.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944711311005290?via%3Dihub>.

13. 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, p.1199–209, 2012. DOI: 10.1007/s00210-012-0798-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00210-012-0798-z>.

14. ROCHA, A. P. *et al.* Endothelium-dependent vasodilator effect of *Euterpe oleracea* Mart. (Acai) extracts in mesenteric vascular bed of the rat. **Vascular Pharmacology**, v.46, p.97–104, 2007. DOI: 10.1016/j.vph.2006.08.411. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537189106005751?via%3Dihub>.

15. SOUZA-MONTEIRO, J. R. *et al.* Antidepressant and antiaging effects of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) in mice. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v.2019, 2019. DOI: 10.1155/2019/3614960. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2019/3614960>.

16. OLIVEIRA, P. R. B. *et al.* Effects of an extract obtained from fruits of *Euterpe oleracea* Mart. in the components of metabolic syndrome induced in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v.56, p.619–26, 2010. DOI:10.1097/FJC.0b013e3181f78da4. Disponível em: https://journals.lww.com/cardiovascularpharm/Abstract/2010/12000/Effects_of_an_Extract_Obtained_From_Fruits_of.7.aspx.

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

18. BARBOSA, K. B. F. *et al.* Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.23, p.629-643, 2010. DOI: 10.1590/S1415-52732010000400013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/Fvg4wkYjZPgsFs95f4chVjx/?lang=pt>.
19. PINGITORE, A. *et al.* Exercise and oxidative stress: Potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. **Nutrition**, v.31,p.916–922, 2015. DOI: 10.1016/j.nut.2015.02.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0899900715000738?via%3Dihub>.
20. POWERS, S. K. *et al.* Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? **J Sport Health Sci**, v.9(5), p.415-425, 2020. DOI: 10.1016/j.jshs.2020.04.001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7498668>.
21. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Cardiovascular diseases (CVDs). 2021. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
22. VALENTI, V. E.; SATO, M. A.; FERREIRA, C.; ABREU, L. C. de. Regulação neural do sistema cardiovascular: centros bulbares. **Revista Neurociências**, [S. l.], v.15, n.4, p.317–320, 2007. DOI: 10.34024/rnc.2007.v15.8679. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8679>.
23. COLOMBARI, E. *et al.* Role of the medulla oblongata in hypertension. **Hypertension**, v.38, p.549-54, 2001. DOI:10.1161/01.HYP.38.3.549. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.HYP.38.3.549>
24. FREEMAN, J. V. *et al.* Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Progress in Cardiovascular Diseases*, v.48, p.342–6, 2006.10.1016/j.pcad.2005.11.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033062005001386?via%3Dihub>.
25. LIMA, J. R. P.; OLIVEIRA, T. P.; FERREIRA-JÚNIOR, A. J. Recuperação autonômica cardíaca pós-exercício: Revisão dos mecanismos autonômicos envolvidos e relevância clínica e desportiva. **Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal**, v.8, p.419-430, 2012.
26. ALBERT, C. M. *et al.* Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. **The New England Journal of Medicine**, v.343, p.1355-61, 2000. DOI:10.1056/NEJM200011093431902. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJM200011093431902?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0www.ncbi.nlm.nih.gov.
27. GRÄSSLER, B. *et al.* Effects of Different Training Interventions on Heart Rate Variability and Cardiovascular Health and Risk Factors in Young and Middle-Aged Adults: A Systematic Review. **Frontiers in Physiology**, v.12, p.657274, 2021. DOI:

10.3389/fphys.2021.657274. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8107721>.

28. TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. **Circulation**, v.93, p.1043–65,1996.
29. VANDERLEI, L. C. M. *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v.24, p.205–17, 2009. DOI: 10.1590/S0102-76382009000200018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/Yh54M3tJK4tgWD5PSGcnmPK/?lang=pt>.
30. McANULTY, L. S. *et al.* Effect of resveratrol and quercetin supplementation on redox status and inflammation after exercise. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v.38, p.760–765, 2013. DOI: 10.1139/apnm-2012-0455. Disponível em <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/apnm-2012-0455>.
31. McANULTY, L. S. *et al.* Effect of blueberry ingestion on natural killer cell counts, oxidative stress, and inflammation prior to and after 2.5 h of running. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v.36, p.976-84, 2011. DOI: 10.1139/h11-120. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/h11-120>.
32. SOUZA, F. H. *et al.* Avocado (*Persea americana*) pulp improves cardiovascular and autonomic recovery following submaximal running: a crossover, randomized, double-blind and placebo-controlled trial. **Scientific Reports**, v.10, p. 10703, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-67577-3. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-67577-3>.