



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

CÂNDICE LAÍS KNÖNER COPETTI

EFEITO DO CONSUMO DO FRUTO JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius) SOBRE BIOMARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO, FADIGA E DESEMPENHO EM CICLISTAS TREINADOS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, PLACEBO-CONTROLADO, CRUZADO E TRIPLO CEGO

FLORIANÓPOLIS

2023

CÂNDICE LAÍS KNÖNER COPETTI

EFEITO DO CONSUMO DO FRUTO JUÇARA (*Euterpe edulis Martius*) SOBRE BIOMARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO, FADIGA E DESEMPENHO EM CICLISTAS TREINADOS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, PLACEBO-CONTROLADO, CRUZADO E TRIPLO CEGO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Doutora em Nutrição.

Orientadora: Prof^a Patricia Faria Di Pietro, Dr^a.
Coorientador: Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Copetti, Cândice Laís Knöner

Efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis martius*) sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados : um ensaio clínico randomizado, placebo-controlado, cruzado e triplo cego / Cândice Laís Knöner Copetti ; orientador, Patricia Faria Di Pietro, coorientador, Fernando Diefenthaler, 2023.
219 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Nutrição, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Nutrição. 2. antocianinas. 3. suplementação. 4. ciclismo. 5. nutrição esportiva. I. Di Pietro, Patricia Faria. II. Diefenthaler, Fernando . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. IV. Título.

Cândice Laís Knöner Copetti

Efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados: um ensaio clínico randomizado, placebo-controlado, cruzado e triplo cego

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof^ª Giovana Gonçalves Jamar de Queiroz, Dr^ª
Universidade Federal de São Paulo

Prof. Rodrigo Sudatti Delevatti, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Brunna Cristina Bremer Boaventura, Dr^ª
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutora em Nutrição.



Documento assinado digitalmente
Ana Carolina Fernandes
Data: 17/08/2023 13:06:25-0300
CPF: ***.277.939-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Professora Ana Carolina Fernandes, Doutora.
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Nutrição



Documento assinado digitalmente
Patricia Faria di Pietro
Data: 16/08/2023 13:55:06-0300
CPF: ***.392.559-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Professora Patricia Faria Di Pietro, Doutora.
Orientadora



Documento assinado digitalmente
Fernando Diefenthaler
Data: 16/08/2023 17:54:47-0300
CPF: ***.978.320-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Professor Fernando Diefenthaler, Doutor.
Coorientador

Florianópolis, 2023

Ao meu marido Bruno, ao meu filho Matteo, aos meus pais Wilson e Saete e à minha irmã Kaline, por toda a força nos momentos difíceis, por toda a compreensão, amor, apoio e carinho durante esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por toda a força nos momentos mais difíceis.

Ao meu marido, **Bruno**, por todo amor, apoio, compreensão e incentivo durante esta trajetória.

Aos meus pais, **Wilson e Salete**, e à minha irmã, **Kaline**, por todo carinho.

À **Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)** e ao **Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN)**, por fornecerem subsídios para tornar este estudo possível; e aos **docentes do PPGN**, pelos ensinamentos.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Dr^a **Patricia Faria Di Pietro**, minha querida orientadora, pelos aprendizados, pelas oportunidades, por toda troca, pelo acolhimento, encorajamento, confiança e atenção sempre que precisei.

Ao professor Dr. **Fernando Diefenthaler**, meu caro coorientador, pela especial e fundamental colaboração em diversas etapas deste estudo e, também, por todo o acolhimento.

Ao professor Dr. **Fábio Lanferdini**, pela importante colaboração na aplicação do protocolo de exercício, assessoria em todo o período de coleta de dados e análises estatísticas.

Ao professor Dr. **Antônio Renato P. Moro**, em particular ao Laboratório de Biomecânica, pelo empréstimo das instalações (Departamento de Educação Física da UFSC) para a realização da pesquisa.

Ao Laboratório de Lipídeos, Antioxidantes e Aterosclerose, em especial ao professor Dr. **Edson Luiz da Silva**, por disponibilizar o laboratório para as análises dos biomarcadores de estresse oxidativo, pelas orientações e por todo auxílio ao longo do estudo.

Ao Laboratório de Composição Corporal, principalmente à professora Dr^a **Fernanda Hansen**, por viabilizar o uso do laboratório para a realização da antropometria e DXA dos voluntários do estudo.

Às queridas **Tuani e Beatriz**, bolsistas de iniciação científica do projeto relacionado à tese, que me ajudaram em diversas etapas da pesquisa e, principalmente, nas incontáveis horas de laboratório. Muito obrigada!

À técnica de enfermagem do Hospital Universitário da UFSC, **Shirlene**, pelo auxílio nas coletas sanguíneas dos voluntários da pesquisa.

À equipe voluntária de coleta de dados em campo, em especial, à **Laura, Beatriz, Guilherme, Marina, Larissa, Elisa, Marisa, Nicolle, Derlane e Yasmin**.

Aos alunos voluntários do curso de graduação em Nutrição, **Gabriel, Beatriz e Yasmin**, pelo auxílio nas tabulações e cálculos dos registros alimentares dos participantes da pesquisa.

Aos alunos **voluntários do curso de graduação em Farmácia**, pelo auxílio na alíquotagem de amostras sanguíneas e de algumas análises laboratoriais.

À doutoranda do PPGN, **Betina**, e à graduanda em Farmácia, **Bruna**, pela importante colaboração nas análises laboratoriais.

Às professoras parceiras, Dr^a **Francilene Gracieli Kunradi Vieira** e Dr^a **Fernanda Hansen**, pela especial colaboração nos manuscritos.

Ao professor Dr. **Mark Elisabeth Theodorus Willems**, parceiro da Universidade de Chichester, Inglaterra, pelas importantes contribuições no manuscrito original da tese.

À empresa **Duas Rodas**, em especial à **Karina** e à **Tailyn**, pela doação das amostras do fruto juçara, pelas análises de caracterização das amostras e pela doação dos corantes e aromatizantes para o desenvolvimento do placebo, que tornou viável a realização deste estudo.

À empresa *Essential Nutrition*, em especial à **Bruna**, por todo o suporte no desenvolvimento do placebo e por toda a atenção.

À empresa **Aplinova**, em especial ao **Marcus**, pelos insumos para o desenvolvimento do placebo.

Aos **membros do Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo (GENEO) da UFSC**, em especial à **Jaqueline** e à **Luiza**, por todo carinho e positivismo.

À **Sheyla** e à **Alyne**, egressas do PPGN da UFSC, que realizaram os primeiros estudos com o fruto juçara em humanos, por toda a troca e aprendizado.

À minha amiga e colega de doutorado, **Anice**, por toda troca e atenção de sempre.

Aos **voluntários que participaram do estudo**, pelo comprometimento em todas as etapas da pesquisa.

Aos **membros da banca do exame de qualificação**, prof^{ta} Dr^a **Giovana Jamar**, prof. Dr. **Fernando Diefenthaler** e prof^{ta} Dr^a **Fernanda Hansen**, por terem contribuído com o desenvolvimento do trabalho.

Aos **membros da banca de defesa da tese**, prof^{ta} Dr^a **Giovana Jamar**, prof. Dr. **Rodrigo Sudatti Delevatti**, prof^{ta} Dr^a **Brunna Cristina Bremer Boaventura**, prof. Dr. **Mateus Rossato** e prof. Dr. **Erasmus Benício Santos de Moraes Trindade**, por aceitarem o convite de participarem desta banca.

We need less research, better research, and research done for the right reasons.

(ALTMAN, 1994)

RESUMO

Copetti, Cândice Laís Knöner. **Efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis Martius*) sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados: um ensaio clínico randomizado, placebo-controlado, cruzado e triplo cego.** Tese (Doutorado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

As propriedades nutricionais do fruto juçara (*Euterpe edulis Martius*) vêm chamando a atenção de pesquisadores nos últimos anos em virtude de sua semelhança com os frutos de açaí (*Euterpe oleracea Martius* e *Euterpe precatória Maritus*), principalmente, pela presença de ácidos graxos monoinsaturados e compostos bioativos, especialmente antocianinas. O consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas tem recebido notável atenção pela sua influência no exercício, reduzindo o estresse oxidativo, fadiga e melhorando o desempenho. Assim, os objetivos desta tese foram revisar os efeitos das antocianinas nas respostas induzidas pelo ciclismo e no desempenho do ciclismo; e avaliar o efeito do consumo do fruto juçara sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados. Para o estudo de revisão, as bases de dados online *Medline*, *Science Direct*, *Cochrane Library* e *SPORTDiscus* foram pesquisadas. Dezenove artigos preencheram os critérios de inclusão. As antocianinas foram derivadas dos seguintes frutos: cereja (n = 6), groselha (n = 8), romã (n = 2), açaí (n = 1) e fruto juçara (n = 2); e foram oferecidos na forma de suco, polpa, pó, pó liofilizado e extrato. O tempo de suplementação variou de consumo agudo a 20 dias, e a quantidade de antocianinas administrada nos estudos variou de 18 a 552 mg/dia. Os estudos abordaram os efeitos no estresse oxidativo (n = 5), inflamação (n = 4), dano muscular (n = 3), fadiga (n = 2), biomarcadores de óxido nítrico (n = 2), função vascular (n = 2), oxigenação muscular (n = 2), desempenho (n = 14), oxidação de substrato (n = 6) e marcadores cardiometabólicos (n = 3). O potencial efeito ergogênico da suplementação de antocianinas nas respostas induzidas pelo ciclismo parece estar relacionado a um menor estresse oxidativo, inflamação, dano muscular e fadiga; e aumento da produção de óxido nítrico, com melhorias subsequentes na função vascular e oxigenação muscular, levando a um melhor desempenho. Além disso, o aumento observado na oxidação de gordura pode direcionar estratégias nutricionais para alterar o uso de substrato e melhorar o desempenho. O estudo original da tese teve como objetivo avaliar o efeito do consumo do fruto juçara em pó, por sete dias, sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho durante um teste com carga constante até a exaustão em cicloergômetro. Em um ensaio clínico randomizado, controlado por placebo, cruzado e triplo cego, 20 ciclistas treinados do sexo masculino foram designados para consumirem 10 g do fruto juçara em pó (FJP) (240 mg de antocianinas) ou placebo (PLA) durante sete dias. Amostras de sangue venoso e capilar foram coletadas 1 hora antes (T-1), imediatamente após (T0) e 1 hora após (T1) o teste com carga constante até a exaustão para avaliar os biomarcadores de estresse oxidativo e a concentração de lactato sanguíneo, respectivamente. Um sprint de 5 s foi realizado antes e após o teste com carga constante até a exaustão para avaliar o índice de fadiga. O tempo médio de duração do teste com carga constante até a exaustão foi $8,4 \pm 6,0\%$ (63 ± 17 s) maior no grupo FJP (751 ± 283 s) comparado ao grupo PLA (688 ± 266 s), $P < 0,019$. A análise de variância para medidas repetidas de duas vias mostrou um aumento de glutatona reduzida (GSH) ($P = 0,049$) em T0 ($P = 0,039$) e T1 ($P = 0,029$) no grupo FJP em comparação com o grupo PLA. Um tamanho de efeito moderado também foi observado na GSH em T0 ($d = 0,61$) e T1 ($d = 0,57$). A análise de variância para medidas repetidas de duas vias mostrou um aumento ao longo do tempo nas concentrações de lactato em ambas as intervenções ($P \leq 0,001$). Não foram observadas diferenças significativas no índice de fadiga, fenóis totais, proteínas carboniladas e atividade da glutatona peroxidase.

O consumo de FJP, por sete dias, melhorou o desempenho e aumentou as concentrações de GSH, mas não teve efeito sobre o lactato e a fadiga. Entretanto, o maior tempo do teste com carga constante até a exaustão no FJP indica um adiamento da contribuição dos mecanismos centrais e periféricos de fadiga durante o teste. Novos estudos devem abordar os efeitos do fruto juçara com diferentes estratégias de dosagem, com foco na dose, frequência e duração da ingestão para otimizar os efeitos benéficos em diferentes modalidades de exercício.

Palavras-chave: antocianinas; suplementação; exercício; ciclismo; nutrição esportiva.

ABSTRACT

Copetti, Cândia Laís Knöner. **Effect of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) intake on oxidative stress biomarkers, fatigue, and performance in trained cyclists: a randomized, placebo-controlled, crossover, and triple-blind clinical trial.** Thesis (Ph.D. in Nutrition). Post-Graduate Program in Nutrition, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

The nutritional properties of juçara fruits (*Euterpe edulis* Martius) have attracted the attention of researchers in recent years due to their similarity with the açai fruits (*Euterpe oleracea* Martius and *Euterpe precatória* Maritus), mainly due to the presence of monounsaturated fatty acids and bioactive compounds, especially anthocyanins. The consumption of juices/pulps/powders/extracts derived from anthocyanin-rich fruits has received notable attention for its influence on exercise, reducing oxidative stress, fatigue, and improving performance. Thus, the aim of this thesis was to review the effects of fruit-derived anthocyanins on cycling-induced responses and cycling performance and to evaluate the effect of juçara fruit intake on oxidative stress biomarkers, fatigue, and performance in trained cyclists. Medline, Science Direct, Cochrane Library, and SPORTDiscus online databases were searched. Nineteen articles met the inclusion criteria. The fruit-derived anthocyanins used in these studies were from cherry (n = 6), blackcurrant (n = 8), pomegranate (n = 2), açai (n = 1), and juçara fruit (n = 2), and were offered in juice, pulp, powder, freeze-dried powder, and extract form. The supplementation time ranged from acute consumption to 20 days, and the amount of anthocyanins administered in the studies ranged from 18 to 552 mg/day. The studies addressed effects on oxidative stress (n = 5), inflammation (n = 4), muscle damage (n = 3), fatigue (n = 2), nitric oxide biomarkers (n = 2), vascular function (n = 2), muscle oxygenation (n = 2), performance (n = 14), substrate oxidation (n = 6), and cardiometabolic markers (n = 3). The potential ergogenic effect of anthocyanin supplementation on cycling-induced responses seems to be related to lower oxidative stress, inflammation, muscle damage, and fatigue, and increased production of nitric oxide, with subsequent improvements in vascular function and muscle oxygenation leading to improved performance. In addition, the observed increase in fat oxidation can direct nutritional strategies to change the use of substrate and improve performance. The original thesis study aimed to examine the effect of 7-days juçara powder intake on oxidative stress biomarkers, fatigue, and cycling performance during a time-to-exhaustion (TTE) test. In a randomized, placebo-controlled, crossover, and triple-blind clinical trial, twenty male-trained cyclists were assigned to intake 10 g of juçara powder (JP) (240 mg anthocyanins) or placebo (PLA) for 7-days. Venous and capillary blood samples were collected 1 hour before (T-1), immediately after (T0), and 1 hour after (T1) the cycling TTE for oxidative stress biomarkers and blood lactate concentration, respectively. A 5-s cycling sprint was performed before and after the cycling TTE to measure the fatigue index. The mean duration time for the cycling TTE was $8.4 \pm 6.0\%$ (63 ± 17 s) longer in the JP condition (JP: 751 ± 283 s) compared to PLA (688 ± 266 s), $P < 0.019$. Two-way repeated measures ANOVA (RM-ANOVA) showed an increase in the JP condition for reduced glutathione (GSH) ($P = 0.049$) at T0 ($P = 0.039$) and T1 ($P = 0.029$) compared to PLA with a moderate effect size at T0 ($d = 0.61$) and T1 ($d = 0.57$). RM-ANOVA showed an increase over time in lactate concentration in both conditions ($P \leq 0.001$). No differences were observed (P for the post-exhaustion sprint fatigue index, total phenols, protein carbonyls, and glutathione peroxidase activity. Seven-day intake of JP improved cycling endurance performance and increased GSH concentrations, but did not affect lactate and cycling sprint-induced fatigue. However, the longer cycling TTE duration in JP indicates the postponement of the contribution of central and peripheral fatigue mechanisms during the cycling TTE. Further studies should address the effects of juçara with different

dosing strategies, focusing on the dose, frequency, and duration of ingestion to optimize beneficial effects with different exercise modalities.

Keywords: anthocyanins; supplementation; exercise; cycling; sports nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Palmeira <i>Euterpe edulis</i> Martius _____	29
Figura 2 -	Cachos do fruto juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius) _____	30
Figura 3 -	Fruto juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius) _____	31
Figura 4 -	Principais antocianinas do fruto juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius) _____	36
Figura 5 -	Estrutura química da glutathiona reduzida (GSH) _____	41
Figura 6 -	Estrutura química dos flavonoides _____	42
Figura 7 -	Estrutura química das antocianinas _____	43
Figura 8 -	Desenho do estudo _____	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Descritores utilizados para a revisão de literatura _____	28
Quadro 2 -	Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício_	61
Quadro 3 -	Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho de protocolos de ciclismo_____	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$^1\text{O}_2$	Oxigênio singleto
8-OHdG	8-hidroxi-desoxiguanosina
ATP	Adenosina trifosfato
BSA	<i>Bovine serum albumin</i> (albumina sérica bovina)
CAT	Catalase
CK	<i>Creatine kinase</i> (creatina quinase)
CO_2	Dióxido de carbono
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i> (ácido desoxirribonucleico)
DNPH	2,4 dinitrofenilhidrazina
DP	Desvio padrão
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
DXA	<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i> (densitometria computadorizada por absorciometria radiológica de dupla energia)
EAG	Equivalentes de ácido gálico
EDTA	<i>Ethylenediaminoacetic acid</i> (ácido etileno diaminoacético)
ERNs	Espécies reativas de nitrogênio
EROs	Espécies reativas de oxigênio
FADH_2	Flavina-adenina dinucleotídeo
FRAP	<i>Ferric reducing antioxidant potential</i> (potencial antioxidante redutor férrico)
GENEO	Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo
GPx	Glutathione peroxidase
GR	Glutathione reductase
GSH	Glutathione reduzida
GSSG	Glutathione oxidada
H^+	Íons hidrogênio
H_2O	Água
H_2O_2	Peróxido de hidrogênio
HCl	Ácido clorídrico
HClO	Ácido hipocloroso
HDL	<i>High-density lipoprotein</i> (lipoproteína de alta densidade)
HNO_2	Ácido nitroso

HOO	Radical lipídico peroxílico
HPLC	<i>High performance liquid chromatography</i> (cromatografia líquida de alta performance)
IMC	Índice de massa corporal
JP	<i>Juçara powder</i> (juçara em pó)
KCN	Cianeto de potássio
LDL	<i>Low-density lipoprotein</i> (lipoproteína de baixa densidade)
MDA	Malondialdeído
N ₂ O ₃	Óxido nitroso
N ₃ Na	Azida sódica
NADH	Nicotinamida adenina dinucleotídeo
NADPH	Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato
NEM	<i>N-Ethylmaleimide</i> (N-etilmaleimida)
NF-κB	<i>Nuclear factor kappa B</i> (fator nuclear kappa B)
NO•	Óxido nítrico
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
NO ₂ ⁻	Nitrito
NO ₃ ⁻	Nitrato
O ₂	Oxigênio
O ₂ ^{-•}	Superóxido
OCH ₃	Grupo metoxilo
OH•	Hidroxila
ONOO•	Peroxinitrito
ONOOCOO•	Nitrosoperoxicarbonato
ORAC	<i>Oxygen radical absorbance capacity</i> (capacidade de absorção de radicais de oxigênio)
PC	Proteínas carboniladas
PGC-1 α	Receptor ativado por proliferador de peroxissoma-coativador-1-α
PLA	Placebo
PPGN	Programa de Pós-Graduação em Nutrição
RNA	<i>Ribonucleic acid</i> (ácido ribonucleico)
RO•	Alcoxila
ROO•	Peroxila

SH	Sulfidrilas
SOD	Superóxido dismutase
TAC	<i>Total antioxidant capacity</i> (capacidade antioxidante total)
TAS	<i>Total antioxidant status</i> (estado antioxidante total)
TBA	<i>Thiobarbituric acid</i> (ácido tiobarbitúrico)
TBARS	<i>Thiobarbituric acid reactive substances</i> (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico)
TCA	<i>Trichloroacetic acid</i> (ácido tricloroacético)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TTE	<i>Time-to-exhaustion</i> (tempo até a exaustão)
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UPLC	<i>Ultra performance/pressure liquid chromatography</i> (cromatografia líquida de ultra performance)
UV	Ultravioleta
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxigênio
VO ₂ pico	Pico de consumo de oxigênio
W	Watts
XO	Xantina oxidase

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
1.1. ESTRUTURA GERAL DA TESE	20
1.2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA	21
1.3. RELEVÂNCIA, ORIGINALIDADE E CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO	25
1.4. OBJETIVOS	27
1.4.1. Objetivo geral	27
1.4.2. Objetivos específicos	27
2. REVISÃO DE LITERATURA	28
2.1. FRUTO JUÇARA (<i>Euterpe edulis</i> Martius)	29
2.1.1. Produção e consumo do fruto juçara	31
2.1.2. Composição nutricional do fruto juçara	33
2.2. RADICAIS LIVRES, ANTIOXIDANTES E ESTRESSE OXIDATIVO	37
2.2.1. Radicais Livres	37
2.2.2. Antioxidantes	39
2.2.2.1. <i>Antocianinas e atividade antioxidante</i>	44
2.2.3. Estresse oxidativo	47
2.2.3.1. <i>Biomarcadores de estresse oxidativo</i>	48
2.2.3.2. <i>Estresse oxidativo e exercício</i>	51
2.3. FADIGA MUSCULAR E DESEMPENHO	54
2.4. CICLISMO, ESTRESSE OXIDATIVO, FADIGA MUSCULAR E DESEMPENHO	57
2.5. EFEITOS DAS ANTOCIANINAS SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO, FADIGA E DESEMPENHO DO EXERCÍCIO	60
3. HIPÓTESES	80
4. MÉTODOS	81
4.1. INSERÇÃO DO ESTUDO	81
4.2. ETAPAS DA PESQUISA	81
4.2.1. Etapa 1 – Revisão narrativa	81
4.2.2. Etapa 2 – Caracterização do fruto juçara e placebo	82
4.2.2.1. <i>Caracterização da amostra do fruto juçara em pó</i>	82
4.2.2.2. <i>Placebo</i>	82
4.2.3. Etapa 3 – Ensaio clínico	83
4.2.3.1. <i>Caracterização do estudo</i>	83
4.2.3.2. <i>Descrição do local e população em estudo</i>	83
4.2.3.3. <i>Cálculo amostral</i>	84
4.2.3.4. <i>Desenho do estudo</i>	84
4.2.3.5. <i>Processo de coleta de dados</i>	87
4.3. INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	87
4.3.1. Caracterização dos participantes do estudo	87
4.3.1.1. <i>Avaliação do estado nutricional e composição corporal</i>	87

4.3.1.2. Avaliação do consumo alimentar	88
4.3.1.2.1. Avaliação do consumo de energia, macronutrientes, fibras e antocianinas	89
4.3.2. Protocolo de exercício	89
4.3.2.1. Teste incremental	89
4.3.2.2. Teste até a exaustão	90
4.3.3. Índice de fadiga	90
4.3.4. Análises bioquímicas	91
4.3.4.1. Coleta e preparo das amostras sanguíneas	91
4.3.4.2. Fenóis totais	91
4.3.4.3. Glutathiona reduzida (GSH)	91
4.3.4.4. Glutathiona peroxidase (GPx)	92
4.3.4.5. Malondialdeído (MDA)	93
4.3.4.6. Proteínas carboniladas (PC)	93
4.3.4.8. Hemoglobina	94
4.3.4.9. Lactato	94
4.4. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	94
4.5. PROCEDIMENTOS ÉTICOS DA PESQUISA	95
5. RESULTADOS	96
5.1 ARTIGO 1 - FRUIT-DERIVED ANTHOCYANINS: EFFECTS ON CYCLING-INDUCED RESPONSES AND CYCLING PERFORMANCE	96
5.2 MANUSCRITO 2 - JUÇARA (<i>Euterpe edulis</i> Martius) IMPROVES TIME-TO-EXHAUSTION CYCLING PERFORMANCE AND REDUCED GLUTATHIONE: A RANDOMIZED, PLACEBO-CONTROLLED, CROSSOVER, AND TRIPLE-BLIND STUDY	97
5.3 OUTRAS PUBLICAÇÕES DURANTE O DOUTORADO	129
5.3.1 Artigos científicos	129
5.3.2 Trabalho completo publicado em anal de congresso	131
5.3.3 Resumos publicados em anais de congressos	131
5.3.4 Apresentação de trabalhos	132
5.3.5 Premiações e títulos	133
5.3.5.1 Melhor trabalho apresentado no Congresso VP Online (III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional e V Congresso Norte-Nordeste de Nutrição Clínica e Esportiva Funcional), Centro de Nutrição Funcional, 2020	134
5.3.5.2 Premiação na categoria melhores trabalhos submetidos ao III Congresso Tocantinense de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Tocantins, 2020	135
5.3.5.3 Destaque “Mérito Científico” pela apresentação oral e ao vivo no Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), 2021	136
5.3.5.4 Menção Honrosa pelo tema livre oral apresentado na área de Nutrição e Atividade Física no 16º Congresso Nacional da SBAN, Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN, 2022	137
6. PRODUÇÕES TÉCNICAS	138

6.1 APRESENTAÇÃO DE TRABALHO NO CONGRESSO VP ONLINE (III CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO FUNCIONAL E V CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE NUTRIÇÃO CLÍNICA E ESPORTIVA FUNCIONAL), CENTRO DE NUTRIÇÃO FUNCIONAL, 2020	138
6.2 PAPO CIENTÍFICO NO INSTAGRAM DA EMPRESA AÇAÍ JUÇARA BARBACUÁ	138
6.3 APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS REALIZADOS COM AS POLPAS DOS FRUTOS JUÇARA (<i>Euterpe edulis</i> Martius) E AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> Martius) DOADAS PELA EMPRESA DUAS RODAS, 2020	142
6.4 ESTUDO DA UFSC AVALIA IMPACTO DO CONSUMO DE SUCO DE JUÇARA EM EXERCÍCIO DE ALTA INTENSIDADE, 2021. Site institucional da UFSC (Agecom)	143
6.5 ENTREVISTA PARA CAPES COMO BOLSISTA DESTAQUE - Estudo mostra efeito benéfico de fruto de palmeira para esportistas, 2021	144
6.6 PROTOCOLO PARA A TABULAÇÃO DO CONTEÚDO DE ANTOCIANINAS	146
6.7 NOTA À IMPRENSA	151
6.8 COLABORAÇÃO EM CAPÍTULO DE LIVRO	151
6.9 CARTILHA DE CUIDADOS PESSOAIS CONTRA O NOVO CORONAVÍRUS (COVID-19) PARA PESSOAS COM HISTÓRICO DE CÂNCER	152
6.10 CURSO SOBRE NOÇÕES BÁSICAS DA NOVA ORTOGRAFIA APLICADAS À NUTRIÇÃO	153
6.11 CURSO DE CAPACITAÇÃO EM POWERPOINT	154
7 OUTRAS ATIVIDADES RELACIONADAS AO DOUTORADO	155
7.1 AUXÍLIO NA ORIENTAÇÃO E SUPERVISÃO DE TRABALHOS	155
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	157
REFERÊNCIAS	161
APÊNDICES	200
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA	200
APÊNDICE B – INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DOS REGISTROS ALIMENTARES	208
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	209
APÊNDICE D – NOTA À IMPRENSA	212
ANEXOS	214
ANEXO A – RELATÓRIOS REFERENTES À CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DO FRUTO JUÇARA EM PÓ	214
ANEXO B – TERMO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA UFSC	216

1. INTRODUÇÃO

1.1. ESTRUTURA GERAL DA TESE

Esta tese foi elaborada de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGN/UFSC) e está estruturada em oito capítulos, brevemente apresentados a seguir.

O primeiro capítulo contempla a introdução à proposta, incluindo a estrutura geral do documento, apresentação do problema e justificativa, pergunta de partida, relevância, originalidade e contribuição para o conhecimento, bem como os objetivos.

O segundo capítulo consiste na revisão de literatura que embasa o estudo, iniciando com o fruto juçara, sua produção, consumo e composição nutricional, com destaque para o seu conteúdo de antocianinas. Logo após disserta-se sobre os radicais livres, antioxidantes e estresse oxidativo. Em seguida discorre-se sobre a fadiga muscular, desempenho e sua relação com o ciclismo. Por fim, é apresentado o estado da arte referente aos estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/ bebidas/ pós/ extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício.

No terceiro capítulo são apresentadas as hipóteses do estudo e no quarto capítulo é descrito o método da pesquisa, que abrange a caracterização do estudo, as etapas da pesquisa, procedimentos para a coleta de dados, processamento e análise dos dados, assim como os procedimentos éticos da pesquisa.

O quinto capítulo consiste na apresentação dos resultados da tese, incluindo artigo e manuscrito oriundos da tese e outras publicações durante o doutorado, como artigos científicos, trabalho completo publicado em anal de congresso, resumos, apresentações de trabalhos, bem como prêmios e títulos.

No sexto capítulo são apresentadas as produções técnicas da tese e no sétimo capítulo outras atividades relacionadas ao doutorado.

O oitavo capítulo traz as considerações finais da tese e, também, de todo o período de doutoramento.

Por último, são indicados as referências utilizadas, os apêndices e os anexos citados ao longo do texto.

1.2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

O fruto juçara provém da palmeira *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae), uma palmeira tropical nativa da Mata Atlântica brasileira (DA SILVA *et al.*, 2014; LEITMAN *et al.*, 2014) encontrada principalmente nas regiões sul do nordeste, sudeste e sul do país (CHAIMSOHN; CHIQUETTO, 2013; MORAIS *et al.*, 2022,) alcançando, também, o nordeste da Argentina e o sudeste do Paraguai (EMBRAPA, 2022). A palmeira juçara possui um alto valor comercial devido à produção de um palmito de excelente qualidade, entretanto, devido à exploração extrativista incontida na década de 70, principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, hoje encontra-se na Lista vermelha das espécies da flora do Brasil sob risco de extinção do Conselho Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA, 2022). Assim, é crescente o apelo à utilização dos frutos da palmeira juçara para consumo, visto que a retirada destes não culmina na morte da palmeira, podendo contribuir para a preservação da espécie, bem como para a geração de renda (BRASIL, 2014; CHAIMSOHN; CHIQUETTO, 2013; CNC FLORA, 2022).

As propriedades nutricionais dos frutos da palmeira *Euterpe edulis* Martius vêm chamando a atenção de pesquisadores nos últimos anos em virtude de sua semelhança com os frutos de açaí (*Euterpe oleracea* Martius e *Euterpe precatória* Maritus), principalmente, pela presença de ácidos graxos monoinsaturados e compostos bioativos, especialmente as antocianinas (BAPTISTA *et al.*, 2021; BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; BORGES *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*; 2018; COSTA *et al.*, 2013; MORAIS *et al.*, 2022; PEREIRA *et al.*, 2023; SCHULZ *et al.*, 2020; SIQUEIRA *et al.*, 2023). Contudo, apesar das similaridades visuais, sensoriais e nutricionais, o fruto juçara possui um maior conteúdo de compostos bioativos, notadamente as antocianinas, que o açaí (BAPTISTA *et al.*, 2021; SCHULZ *et al.*, 2016; CARDOSO *et al.*, 2018).

As antocianinas compreendem um conjunto de pigmentos vegetais, solúveis em água, responsável pelas cores vermelha, azul e roxa de flores, frutos, caules, algumas folhas e raízes (BROUILLARD, 1982) e estudos demonstram que as antocianinas possuem um elevado potencial antioxidante (DEL BÓ *et al.*, 2015; LILA *et al.*, 2016; POJER *et al.*, 2013).

Os efeitos antioxidantes do fruto juçara já foram comprovados *in vitro* (BARROSO *et al.*, 2019; BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; BORGES *et al.*, 2011a; BORGES *et al.*, 2013; INADA *et al.*, 2015; RUFINO *et al.*, 2010; SCHULZ *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2017; VIEIRA *et al.*, 2013), em ensaios experimentais em animais (CASTRO *et al.*, 2014; CARDOSO *et al.*, 2015a; DOS REIS *et al.*, 2019; FREITAS *et al.*, 2016; FREITAS *et al.*, 2017a; FREITAS *et al.*, 2017b; NOVELLO *et al.*, 2015; OYAMA *et al.*, 2016) e em ensaios

clínicos de ingestão aguda (CARDOSO *et al.*, 2015b; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020) e prolongada (DE LIZ *et al.*, 2020) em seres humanos.

Outros efeitos também foram observados em animais sobre a resposta glicêmica, com melhora da tolerância à glicose (OYAMA *et al.*, 2016), melhora na sensibilidade à insulina hipotalâmica (JAMAR *et al.*, 2018), LDL (do inglês, *low-density lipoprotein*, lipoproteína de baixa densidade) - colesterol (CARDOSO *et al.*, 2015a; NOVELLO *et al.*, 2015), triglicerídeos (CARDOSO *et al.*, 2015a), na microbiota (GUERGOLETTO *et al.*, 2016; JAMAR *et al.*, 2018), durante a gravidez e a lactação, modulando a expressão gênica e proteica de biomarcadores de inflamação induzidos por ácidos graxos *trans* no cólon da prole (MORAIS *et al.*, 2014; ARGENTATO *et al.*, 2017), na supressão da via de NF- κ B (do inglês, *Nuclear factor kappa B*, fator nuclear kappa B) no hipotálamo após dieta hiperlipídica (SANTAMARINA *et al.*, 2018a), no impedimento da ativação da via inflamatória periférica por dieta rica em gorduras a curto prazo (SANTAMARINA *et al.*, 2019a), bem como proteção renal e redução da disfunção renal e lesões morfológicas (CARDOSO *et al.*, 2020).

Em seres humanos ainda foram observados efeitos na modulação de marcadores epigenéticos em monócitos de adultos obesos (SANTAMARINA *et al.*, 2018b), na modulação inflamatória relacionada à obesidade (SANTAMARINA *et al.*, 2019b), potencial prebiótico nas alterações de bactérias intestinais e acetato de indivíduos com obesidade (JAMAR *et al.*, 2020a), aumento das concentrações de HDL (do inglês, *high-density lipoprotein*, lipoproteína de alta densidade) colesterol (DE LIZ *et al.*, 2020; JAMAR *et al.*, 2020b), redução da gordura corporal, aumento da adiponectina sérica (JAMAR *et al.*, 2020b), fadiga (COPETTI *et al.*, 2020) e sobre a resposta inflamatória no exercício intermitente de alta intensidade em indivíduos fisicamente ativos (MENDES *et al.*, 2021).

Como visto, o fruto juçara pode proporcionar inúmeros benefícios à saúde, especialmente devido ao seu conteúdo de polifenóis, principalmente flavonoides (antocianinas) (BORGES *et al.*, 2013; SCHULZ *et al.*, 2016). As antocianinas têm sido associadas a benefícios para saúde pelos seus efeitos antioxidantes (DE LA CRUZ *et al.*, 2013), que podem neutralizar a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) durante o exercício exaustivo (VIÑA *et al.*, 2000). Espécies reativas são produtos do metabolismo celular e relacionam-se com processos fisiológicos no organismo (HALLIWELL, 2006; VALKO *et al.*, 2007), no entanto, quando em excesso e em desequilíbrio com a neutralização dessas substâncias pelas defesas antioxidantes, podem levar ao estresse oxidativo, provocando a oxidação de biomoléculas e, conseqüentemente, levar a perda de funções biológicas e/ou desequilíbrios homeostáticos (HALLIWELL; WHITEMAN, 2004).

Durante o exercício prolongado de alta intensidade, onde a geração de EROs excede a capacidade antioxidante e resulta em um equilíbrio redox perturbado, com consequente efeito negativo sobre a bomba de sódio e potássio e redução de cálcio intracelular (FAVERO *et al.*, 1999), é plausível que a suplementação antioxidante possa neutralizar a fadiga e melhorar o desempenho, por meio da perfusão aprimorada do músculo em exercício e melhor manutenção do acoplamento excitação-contração. Existem algumas evidências de que a capacidade antioxidante conferida pela suplementação aguda e crônica com polifenóis derivados de frutas, especificamente a subclasse de antocianinas, é ergogênica (KASHI *et al.*, 2019).

As antocianinas atuam no endotélio vascular e aumentam a atividade da enzima endotelial óxido nítrico sintase com a produção de óxido nítrico, que contribui para a vasodilatação do músculo esquelético (SPECIALE *et al.*, 2014). Por conseguinte, as antocianinas aumentam o fluxo sanguíneo periférico durante o exercício e podem reduzir os efeitos dos mecanismos de fadiga periférica pela remoção de lactato através de uma maior captação pelo fígado, coração, rins e músculos esqueléticos (WILLEMS *et al.*, 2015). Assim, um atraso no início do acúmulo de lactato sanguíneo pode ter implicações positivas em exercícios prolongados de alta intensidade e pode ser preditivo para um aprimoramento do desempenho de exercícios de resistência.

O fluxo sanguíneo muscular é primordial para o fornecimento de oxigênio para o metabolismo muscular e qualquer impedimento do fluxo sanguíneo antecipará a fadiga (McNEIL *et al.*, 2015). Além disso, o aumento do fluxo sanguíneo periférico afeta o consumo de oxigênio durante o exercício e é benéfico para o desempenho do exercício (WILLEMNS *et al.*, 2015), especialmente em exercícios sustentados por um longo período em condições aeróbias, isto é, dentro dos limites do equilíbrio fisiológico denominado “*steady-state*” (TUBINO, 1979), também conhecidos como exercícios de *endurance*/resistência, como, por exemplo, o ciclismo.

O ciclismo é, sem dúvida, uma das modalidades mais estudadas no âmbito da fisiologia do esforço e da nutrição, em função, inclusive, da alta reprodutibilidade das condições de campo em cicloergômetro (JEUKENDRUP, 2000). O ciclismo é um esporte que requer alta atividade metabólica prolongada que pode causar perturbações no estresse oxidativo e função muscular (BELL *et al.*, 2014), podendo levar à fadiga e queda do desempenho. Assim, faz-se necessário identificar estratégias eficientes para contrabalançar a fadiga e melhorar o desempenho, além de contribuir para a recuperação entre as sessões de treinamento intensivo.

O consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas, por seres humanos, tem recebido notável atenção pela sua influência no exercício (BLOEDON *et al.*, 2019; COOK;

WILLEMS, 2019; WILLEMS *et al.*, 2022), reduzindo o estresse oxidativo (AMMAR *et al.*, 2017; BELL *et al.*, 2014; BLOEDON *et al.*, 2015; BLOEDON *et al.*, 2019; BOWTELL *et al.*, 2011; CARVALHO-PEIXOTO *et al.*, 2015; COPETTI *et al.*, 2020; FUSTER-MUÑOZ *et al.*, 2016; HOWATSON *et al.*, 2010; HURST *et al.*, 2019; ; HURST *et al.*, 2020; LEVERS *et al.*, 2016; MAZANI *et al.*, 2014; McANULTY *et al.*, 2011; McLEAY *et al.*, 2012; PETROVIC *et al.*, 2016; PILACZYNKSA-SZCZESNIAK *et al.*, 2005; SADOWSKA-KREPPA *et al.*, 2015; SILVESTRE *et al.*, 2014, TERRAZAS *et al.*, 2019; TOSCANO *et al.*, 2019), fadiga (COPETTI *et al.*, 2020; GODWIN *et al.*, 2017; WILLEMS *et al.*, 2016), além de melhorar o desempenho (BOWTELL, KELLY, 2019; BRAAKHUIS *et al.*, 2014; BRAAKHUIS; SOMERVILLE; HURST, 2020; COOK *et al.*, 2015; COOK; WILLEMNS, 2019; GODWIN *et al.*, 2017; HOWATSON *et al.*, 2022; KEANE *et al.*, 2018; LAFAY *et al.*, 2009; LEVERS *et al.*, 2016; MONTANARI, BLACKER; WILLEMS, 2023; MORGAN; BARTON; BOWTELL, 2019; MURPHY, COOK; WILLEMS, 2017; PERKINS *et al.*, 2015; POTTER *et al.*, 2020; TERRAZAS *et al.*, 2019; TORREGROSA-GARCÍA *et al.*, 2019; TOSCANO *et al.*, 2015; TOSCANO *et al.*, 2019; WILLEMS *et al.*, 2015; WILLEMS *et al.*, 2016); independentemente da duração da intervenção (KEANE *et al.*, 2018; McANULTY *et al.*, 2011; McLEAY *et al.*, 2012). Neste sentido, o consumo do fruto juçara, devido ao seu alto teor de antocianinas, parece ser uma abordagem dietética promissora. Ressalta-se ainda que, além das antocianinas, o fruto juçara possui uma rica variedade de substâncias ativas e compostos antioxidantes, como os ácidos fenólicos, carotenoides, ácido ascórbico, vitamina E, zinco e selênio (BORGES *et al.*, 2011a; BORGES *et al.*, 2013; BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; INADA *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2016), que podem agir naturalmente de forma sinérgica, modular a biodisponibilidade dos compostos antioxidantes e potencializar seus efeitos sobre os parâmetros de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício.

Diante do exposto, o estudo justifica-se pelo crescente número de evidências científicas acerca dos benefícios do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas no exercício, especificamente sobre os parâmetros de estresse oxidativo, fadiga e desempenho. Além disso, o presente estudo elucidará os potenciais efeitos do consumo do fruto juçara, uma matriz alimentar complexa, no contexto do exercício em humanos, considerando a escassez de publicações sobre os efeitos do fruto juçara neste contexto, havendo apenas dois estudos até o momento (COPETTI *et al.*, 2020; MENDES *et al.*, 2021). Considera-se, ainda, importante a popularização do fruto juçara perante à população, estimulando sua produção, promoção e valorização, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e, também, para o setor econômico das regiões onde se cultiva (VANNUCHI *et al.*, 2021).

Isto posto, tem-se a seguinte pergunta de partida:

Qual é o efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados?

1.3. RELEVÂNCIA, ORIGINALIDADE E CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO

Conforme mencionado anteriormente, o fruto juçara é conhecido por sua alta concentração de antocianinas (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; BORGES *et al.*, 2013; SCHULZ *et al.*, 2016; SCHULZ *et al.*, 2017), as quais têm sido relacionadas a diversas atividades biológicas potencialmente benéficas para a saúde humana. Salienta-se, ainda, que poucos são os estudos realizados em seres humanos (CARDOSO *et al.*, 2015b; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020; DE LIZ *et al.*, 2020; JAMAR *et al.*, 2020a; JAMAR *et al.*, 2020b; MENDES *et al.*, 2021; SANTAMARINA *et al.*, 2018b; SANTAMARINA *et al.*, 2019b).

O primeiro estudo que avaliou o efeito da ingestão do fruto juçara em seres humanos foi realizado pelo Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo (GENEO) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), coordenado pela professora Dr^a Patricia Faria Di Pietro, observando efeito antioxidante pelo aumento de FRAP (do inglês *Ferric Reducing Antioxidant Potential*, Potencial Antioxidante Redutor Férrico) e da atividade da enzima antioxidante glutatona peroxidase (GPx), além de diminuição de dano oxidativo no decorrer de 4 horas após uma ingestão única de suco de juçara (CARDOSO *et al.*, 2015b). A partir deste estudo, o GENEO continua a investigar os efeitos do fruto juçara sobre biomarcadores de estresse oxidativo, parâmetros metabólicos, bioacessibilidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante em polpa comercial submetida ao processo de digestão gastrointestinal *in vitro*, influência da capacidade antioxidante da dieta na resposta antioxidante sérica após o consumo de suco de juçara, fadiga, desempenho, absorção de antocianinas, biodisponibilidade de ácidos fenólicos e capacidade antioxidante da dieta em indivíduos saudáveis e fisicamente ativos, originando, até o momento, duas dissertações de mestrado (CARDOSO, 2013; COPETTI, 2018), duas teses de doutorado (CARDOSO, 2018; DE LIZ, 2020), dois trabalhos de conclusão de curso (FERNANDES, 2015; SOUZA, 2017) e a presente tese. Ainda, oriundos destes trabalhos, foram originados sete artigos científicos (BAPTISTA *et al.*, 2021; CARDOSO *et al.*, 2015; CARDOSO *et al.*; 2018; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020; COPETTI *et al.*, 2022 e DE LIZ *et al.*, 2020).

Dentre as diversas modalidades de exercício, o ciclismo está entre as atividades esportivas com maior número de praticantes no mundo (OPTR, 2021; WCS, 2020), com substancial aumento nos últimos anos não só de atletas profissionais, mas também de muitos desportistas e atletas amadores (UCI, 2020), que sempre estão em busca de estratégias para maximizar seu desempenho. Além disso, é evidente o crescente interesse de pesquisadores e profissionais que atuam na prática clínica em estratégias dietéticas que potencializem o desempenho do exercício, associando benefícios à saúde. Assim, a relevância da presente proposta se dá pela valorização de uma fonte alimentar com propriedades nutricionais ainda pouco exploradas em seres humanos e no contexto do exercício. Outrossim, considera-se relevante o incentivo à produção do fruto juçara, principalmente no estado de Santa Catarina, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e, também, para a economia.

No que tange à originalidade, salienta-se a escassez de estudos sobre os efeitos do fruto juçara em humanos e, especificamente, no exercício, sendo encontrado, até o momento, apenas dois estudos no contexto de exercício (COPETTI *et al.*, 2020; MENDES *et al.*, 2021). Além disso, não foram encontrados estudos que avaliaram os efeitos do fruto juçara em seres humanos sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício de forma conjunta. Neste sentido, a presente proposta tem caráter pioneiro com a perspectiva de suscitar evidências científicas acerca dos potenciais benefícios do fruto juçara nos desfechos: estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados. Desta forma, estudos que evidenciem e corroborem os potenciais benefícios do consumo do fruto juçara no exercício para a literatura científica e, conseqüentemente, para a prática clínica são necessários, considerando a lacuna acerca do tema observada na literatura.

No tocante às contribuições teóricas, com o presente estudo pretende-se levantar evidências acerca dos efeitos do consumo do fruto juçara por ciclistas treinados, explorando seus potenciais benefícios sobre os desfechos de estresse oxidativo, fadiga e desempenho, além de possíveis correlações entre tais parâmetros.

No que concerne às contribuições práticas desta proposta de tese, espera-se auxiliar profissionais nutricionistas no planejamento dietético de indivíduos que praticam o ciclismo, a popularização do fruto juçara perante a população, impulsionando a produção do fruto juçara no país, contribuindo para o setor econômico e sustentabilidade ambiental da Mata Atlântica do bioma brasileiro, visto que a palmeira *Euterpe edulis* Martius, da qual obtém-se o fruto juçara, encontra-se em risco de extinção.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados.

1.4.2. Objetivos específicos

- Revisar os efeitos das antocianinas no ciclismo;
- Realizar a caracterização do fruto juçara a ser utilizado no ensaio clínico;
- Desenvolver um placebo para o fruto juçara;
- Avaliar o efeito do consumo do fruto juçara, por sete dias, sobre:
 - Concentração de fenóis totais, glutathione reduzida (GSH), glutathione peroxidase (GPx), malondialdeído (MDA) e proteínas carboniladas (PC);
 - Índice de fadiga;
 - Desempenho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para a realização da revisão de literatura que suporta o presente projeto, primeiramente buscou-se os termos indexados no *Medical Subject Headings* (MeSH) em inglês e seus equivalentes nos idiomas espanhol e português nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Em seguida foram realizadas buscas em inglês, português e espanhol nas bases de dados do Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online – Medline*), via sistema *PubMed*, *Scopus*, *Cochrane Library*, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) com auxílio dos operadores booleanos *OR* e *AND* sem restrição de data de publicação de artigos acerca da temática. Além disso, foram consultadas as referências dos artigos encontrados, bem como sites oficiais governamentais. Para ampliar a busca, utilizaram-se também palavras-chave frequentemente empregadas em publicações na área tema da pesquisa (**Quadro 1**).

Quadro 1 – Descritores utilizados para a revisão de literatura.

Temática	Descritores	Operador
Intervenção alimentar com frutos ricos em antocianinas	<i>anthocyanin, leucoanthocyanidins, anthocyanidin, euterpe, “euterpe edulis”, jussara, juçara, jucara, “euterpe oleracea”, “euterpe precatoria”, acai, berr*, berry, *berries</i>	OR
		AND
Exercício/Ciclismo	<i>exercise, exercises, “physical activity”, “activities, physical”, “activity, physical”, “physical activities”, “exercise, physical”, “exercises, physical”, “physical exercise”, “physical exercises”, “exercise training”, “exercise trainings”, “training, exercise”, “trainings, exercise”, cycling</i>	OR
		AND
Estresse Oxidativo	<i>“oxidative stress”, “oxidative stresses”, “stresses, oxidative”, “stress, oxidative”</i>	OR
		AND
Fadiga	<i>fatigue, lassitude, “muscle fatigue”, “muscular fatigue”, “fatigue, muscular”, “fatigue, muscle”</i>	OR
		AND
Desempenho	<i>“athletic performance”, “athletic performances”, “performance, athletic”, “performances, athletic”, “sports performance”, “performance, sports”, “performances, sports”, “sports performances”</i>	OR

2.1. FRUTO JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius)

O gênero *Euterpe* compreende cerca de 28 espécies de palmeiras localizadas na América Central e do Sul, distribuídas por toda a bacia amazônica. Nestes locais, as espécies mais frequentes são: *Euterpe precatoria* Martius, *Euterpe oleracea* Martius (que originam o açaí) e *Euterpe edulis* Martius (que origina o fruto juçara) (YAMAGUCHI *et al.*, 2015). No Brasil, as duas espécies mais notáveis para a economia são a *Euterpe oleracea* Martius e a *Euterpe edulis* Martius em virtude da utilização de seus frutos para a produção da polpa destinada para o consumo humano, comumente comercializada como açaí (CONAB, 2016).

A palmeira *Euterpe edulis* Martius, também conhecida como juçara, palmito, palmito-juçara, ripeiro e açaí-da-mata-atlântica, provém da família Arecaceae (BOURSCHEID *et al.*, 2011). É uma palmeira que pode ser encontrada desde o nível do mar até 1000 metros de altitude (HENDERSON, 2000), monocaule e pode apresentar de 5 a 12 metros de altura (Figura 1).

Figura 1 - Palmeira *Euterpe edulis* Martius.



Fonte: Vanuchhi *et al.*, 2021.

Esta palmeira é encontrada principalmente no estrato médio da floresta ombrófila densa da Mata Atlântica do Brasil (NOVELLO *et al.*, 2015), com destaque para as regiões sul e sudeste do país (LORENZI, 2010). A palmeira *Euterpe edulis* Martius foi gravemente prejudicada devido à intensa extração ilegal de seu palmito na década de 1970, encontrando-se em risco de extinção, visto que a retirada do palmito culmina na morte da planta (BRASIL, 2014; CHAIMSOHN; CHIQUETTO, 2013). Assim, organizações sem fins lucrativos e agências governamentais incentivaram outras opções para a exploração sustentável dessa espécie, principalmente o uso de seus frutos para consumo humano (DA SILVA *et al.*, 2014; TREVISAN *et al.*, 2015). Além disso, a utilização de seus frutos pode representar um avanço para a geração de renda de agricultores inseridos nas áreas de preservação (CHAIMSOHN; CHIQUETTO, 2013).

Os frutos da palmeira juçara são semelhantes aos frutos do açazeiro produzidos pelas palmeiras *Euterpe oleracea* Martius e *Euterpe precatória* Martius, sendo redondos, com um pericarpo cobrindo uma semente dura. Durante o amadurecimento, o epicarpo evolui de verde para roxo escuro ou quase preto. Os frutos são pequenos, pesando em torno de 1 g, com um diâmetro de 1 a 1,5 cm e as sementes constituem 85% do fruto (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014). A palmeira *Euterpe edulis* Martius produz frutos mais abundantes nos meses de março a junho, cada cacho pode pesar de 3 a 5 kg (BOURSCHEID *et al.*, 2011) e 1 kg de frutos contém aproximadamente 750 unidades (LORENZI, 2010) (Figura 2). Os frutos juçara não são comercializados para consumo em sua forma in natura devido à pequena proporção de polpa que apresentam (cerca de 15% do peso dos frutos) (Figura 3) (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; SCHULTZ, 2008).

Figura 2 - Cachos do fruto juçara (*Euterpe edulis* Martius).



Fonte: Vanuchhi *et al.*, 2021.

Figura 3 - Fruto juçara (*Euterpe edulis* Martius).



Fonte: Vanuchhi *et al.*, 2021.

Os vocábulos para comercialização e *marketing* dos produtos oriundos do fruto juçara, como polpas e sucos ainda são questionáveis, uma vez que o nome açaí é familiar para a maioria dos consumidores, ao mesmo tempo que a denominação juçara é pertinente consoante ao apelo socioambiental vista sua importância frente ao bioma da Mata Atlântica. A expressão “juçai” tem sido apreciada por alguns pesquisadores (CHAIMSOHN; CHIQUETTO, 2013).

2.1.1. Produção e consumo do fruto juçara

As informações sobre a produção do fruto juçara ainda são escassas, entretanto, sabe-se que esta costuma ocorrer no primeiro semestre do ano (comumente entre março e maio) (EMBRAPA, 2022). Dados anteriores mostraram que em 2012 foram produzidas 193 toneladas, sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor brasileiro, com 162 toneladas, concentrando 84% da produção nacional de juçara (CONAB, 2013). Quatro agroindústrias familiares eram responsáveis pelo processamento da maior parte desse volume, localizadas em Garuva, Itajaí, Antônio Carlos, Paulo Lopes e Agrônômica (EPAGRI, 2020). A comercialização de açaí, até 2004 no sul e sudeste do Brasil, era abastecida unicamente pelo açaí da Amazônia. No entanto, ainda em 2004, a primeira unidade fabril de juçara foi implantada no sul do Brasil, no município de Garuva, Santa Catarina, que fornece polpa de juçara à região, muito semelhante ao açaí dos frutos das palmeiras *Euterpe oleracea* Martius e *Euterpe precatoria* Martius (BOURSCHEID *et al.*, 2011; CONAB, 2015).

De acordo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC (Epagri), estima-se que sejam processadas anualmente de 150 a 200 mil kg de frutos de juçara

(equivalentes a 500-600 mil tigelas de açaí de 300 g). No Vale do Ribeira-SP, a estimativa de produção anual é de 665 a 1746 kg de polpa de juçara (CONAB, 2020). No litoral do Rio Grande do Sul (Maquiné, Caraá e Três Cachoeiras) a produção estimada é 28,5 mil kg de polpa (MACIEL *et al.*, 2019).

Para o processamento dos frutos, após a seleção e lavagem, é necessária a maceração e mistura com diferentes quantidades de água com auxílio de uma máquina de despulpagem, onde a polpa (epicarpo e mesocarpo) é separada das sementes, resultando em um líquido cremoso, roxo escuro e com sabor característico, habitualmente chamado de polpa (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; BORGES *et al.*, 2011a). O tempo recomendado entre a coleta dos frutos e o processamento deve ser de até 12 horas, para manter a qualidade do produto final. Alguns resultados de estudos mostram que usar água resfriada no processamento pode contribuir para a manutenção da qualidade da polpa (EMBRAPA, 2022). A polpa é constituída por água (80 a 90%), epicarpo e mesocarpo. A cada 2 kg de frutos o rendimento é de aproximadamente 1 L (SCHIRMANN *et al.*, 2013). A polpa geralmente é consumida na forma de suco ou utilizada como ingrediente em alimentos, como bebidas, sorvetes ou doces (BORGES *et al.*, 2011a; FELZENSZWALB *et al.*, 2013).

A polpa é caracterizada como altamente perecível, por apresentar compostos instáveis, quando mantida em temperatura ambiente. Estudo que investigou métodos de conservação da polpa de juçara por 60 dias, mostrou que a melhor forma de conservar a polpa de juçara, sem alterar suas propriedades físico-químicas e nem sofrer ações enzimáticas (por exemplo, escurecimento), é realizar a acidificação (suco natural de limão taiti ou ácido cítrico diluído, com pH até 3,8), pasteurização e branqueamento (sob temperatura de 80 °C, por dois minutos, seguido do resfriamento com banho de água e gelo) e congelamento (sob temperatura de -18 °C), durante o processamento (SAITO *et al.*, 2020).

Segundo a legislação brasileira, existem classificações para o produto obtido após o processamento dos frutos juçara posteriormente ao amolecimento em água e extração com água. De acordo com a adição de água e filtração o fruto juçara é classificado em: grosso ou especial (tipo A, apresentando acima de 14% de sólidos totais e uma aparência muito densa); médio ou regular (tipo B, apresentando entre 11 a 14% de sólidos totais e uma aparência densa); e fino ou popular (tipo C, apresentando de 8 a 11% de sólidos totais e uma aparência pouco densa) (BRASIL, 2018).

O consumo de açaí no Brasil tem origens ancestrais por estar presente na alimentação de indígenas que habitavam na região amazônica (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; SANTANA; CARVALHO; MENDES, 2006). Estes contribuíram com a popularização do açaí

nesta região e após atingiu as populações urbanas (ROGEZ, 2000). Além disso, até o final da década de 1980, o açaí era tido como um produto extrativista, fazendo parte da alimentação básica de indivíduos de baixa renda da região amazônica (SANTANA; CARVALHO; MENDES, 2006).

Os modos de consumo do açaí no Brasil são diversos, de acordo com a região do país. Por exemplo, na região norte o açaí costuma fazer parte da refeição principal e comumente é consumido puro ou misturado com farinha de mandioca, peixe ou carnes, sendo adoçado ou não (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2010; SANTANA; CARVALHO; MENDES, 2006; YAMAGUCHI *et al.*, 2015). Na última década o consumo do açaí se popularizou em outras regiões do Brasil, particularmente nas regiões sul e sudeste, com destaque para o seu consumo por praticantes de atividade física devido ao seu valor nutricional (SANTANA; CARVALHO; MENDES, 2006; YAMAGUCHI *et al.*, 2015). Nestas regiões o açaí é comumente consumido na forma de polpa ou suco, acompanhado de xarope de guaraná, frutas, granola, dentre outros alimentos (MENEZES; TORRES; SRUR, 2008; PAGLIARUSSI, 2010).

Assim como o açaí, o fruto da juçara é mais utilizado como polpa, que é consumida como tal ou posteriormente utilizada em diversos tipos de bebidas, sorvetes ou doces e a desidratação do fruto juçara é uma importante alternativa para prolongar a vida útil desse fruto, além de facilitar o transporte, armazenamento e manuseio do produto final (SANTANA *et al.*, 2018).

O consumo de açaí também tem sido eminente em outros continentes como América do Norte, Europa e Ásia (HEINRICH *et al.*, 2011; PAGLIARUSSI, 2010; YAMAGUCHI *et al.*, 2015). Além de sua utilização para a produção de polpas congeladas, bebidas concentradas e sucos, o açaí também é utilizado para a produção de polpa liofilizada, óleos (COSTA *et al.*, 2013) e como matéria-prima para indústria farmacêutica e de cosméticos (YAMAGUCHI *et al.*, 2015).

Apesar do fruto juçara apresentar muitas similaridades visuais e sensoriais com o açaí, no aspecto nutricional, o fruto juçara se destaca pelo maior conteúdo de compostos bioativos, notadamente as antocianinas, dentre outros nutrientes (CARDOSO *et al.*, 2018; SCHULZ *et al.*, 2016), os quais serão descritos a seguir.

2.1.2. Composição nutricional do fruto juçara

O fruto juçara contém diversas propriedades nutricionais benéficas para a saúde humana, com destaque para sua elevada densidade energética (0,8 kcal/mL), alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, fibras, minerais, vitaminas, polifenóis e compostos bioativos, especialmente antocianinas (BORGES *et al.*, 2011a; BORGES *et al.*, 2013; BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; INADA *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2016; VANNUCHI *et al.*, 2021). Estas propriedades nutricionais podem ser influenciadas por diversos fatores, como região e condições de cultivo, condições climáticas, intensidade da luz solar, época de safra e estágios de maturação (BARROSO *et al.*, 2019; BORGES *et al.*, 2011a; BORGES *et al.*, 2013; DA SILVA *et al.*, 2014; SCHULZ *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2016; VANNUCHI *et al.*, 2021).

Os lipídeos são os macronutrientes predominantes nos frutos juçara, sendo superiores a outros pequenos frutos da floresta tropical brasileira. Em diferentes regiões de cultivo, o teor lipídico total do fruto juçara apresentou concentrações de 18,4 a 46,6% com base no peso seco (BORGES *et al.*, 2011b; INADA *et al.*, 2015) e ainda, durante o amadurecimento, foram encontrados valores de até 58,9% com base no peso seco, com os valores mais altos no final do ciclo. No tocante ao perfil de ácidos graxos, foram identificados 16 ácidos graxos, com destaque para os ácidos graxos monoinsaturados (45,5% -56,8% do teor total de lipídeos em peso seco), principalmente ácido oleico, que representou 35,9% do total de lipídeos (BORGES *et al.*; 2011a). Os ácidos graxos poli-insaturados constituíram 18,8% a 26% do teor lipídico total com base no peso seco (BORGES *et al.*, 2011b) e os principais constituintes foram os ácidos linoléico (18,1–25,3%) e linolênico (0,6–1,5%) (BORGES *et al.*, 2011a; DA SILVA *et al.*, 2013; SCHULZ *et al.*, 2015). Os ácidos graxos saturados configuraram 24,3% a 28,9% do teor lipídico total com base no peso seco, principalmente ácido palmítico (20,2% a 25%) (BORGES *et al.*, 2011a).

As proteínas compreendem 6 a 7,5% (com base no peso seco) do fruto juçara, sendo considerado um fruto com alto teor de proteínas (DA SILVA *et al.*, 2014; INADA *et al.*, 2015). O fruto juçara pode fornecer, em peso fresco, até dez vezes mais proteína do que frutas comuns, como maçãs, uvas, peras, melões e mangas, que apresentam valores de 0,1 a 1% (HUI, 2006).

A quantidade de carboidratos na polpa de juçara descrita na literatura variou entre 28,3% e 42,5% da matéria seca total (DA SILVA *et al.*, 2014; INADA *et al.*, 2015) e é inferior a outras frutas, como uva, banana, melão, abacaxi e mamão, que possuem valores em torno de 80% da matéria seca total (HUI, 2006). Em relação ao perfil de açúcar, glicose e frutose são os principais e suas concentrações em peso seco são de 1,8% e 3,1%, respectivamente (INADA *et al.*, 2015).

Quanto ao conteúdo de fibras alimentares, mais de 64% dos carboidratos da polpa de juçara são fibras, sendo encontrado valores de 27% em peso seco e 100 g de polpa de juçara poderiam fornecer cerca de 20% da ingestão diária recomendada (INADA *et al.*, 2015).

O fruto juçara possui uma elevada concentração de minerais, sendo identificados 17 elementos químicos (potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, manganês, fósforo, enxofre, cobre, níquel, cobalto, selênio, cádmio, boro, alumínio e molibdênio) compreendendo 8,8% em base seca (DA SILVA *et al.*, 2014; INADA *et al.*, 2015). Os macrominerais predominantes no fruto juçara são potássio (419–1291 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco), cálcio (76–596,7 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco), magnésio (47–183 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco), fósforo (41–132 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco) e sódio (17–21 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco), enquanto ferro (4–7 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco), manganês (3–8 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco) e zinco (1–3 mg 100 g⁻¹ com base no peso seco) são os principais microminerais (DA SILVA *et al.*, 2014; INADA *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2015). Cobre e níquel são menores que 1 mg 100 g⁻¹ em base seca, enquanto cobalto, selênio e cádmio são menores que 0,007 mg 100 g⁻¹ em base seca (INADA *et al.*, 2015).

Em relação ao conteúdo de vitaminas, em uma porção de 100 g do fruto juçara encontram-se 147 mg de ácido ascórbico (RUFINO *et al.*, 2010) e 0,33 mg de tocoferóis totais (vitamina E) (INADA *et al.*, 2015). Além disso, a polpa de juçara possui um conteúdo significativo de carotenóides em uma faixa de 0,7 a 1,9 mg 100 g⁻¹ de matéria fresca (DA SILVA *et al.*, 2014; INADA *et al.*, 2015; RUFINO *et al.*, 2011) e foram identificados 13 carotenóides no fruto juçara, incluindo 9-cis-betacaroteno, all-trans-β-caroteno, all-trans-α-caroteno, 13-cis-β-caroteno, 15-cis-β-caroteno, all-trans-luteína, cis-luteína e 9-cis-neoxantina (DA SILVA *et al.*, 2014).

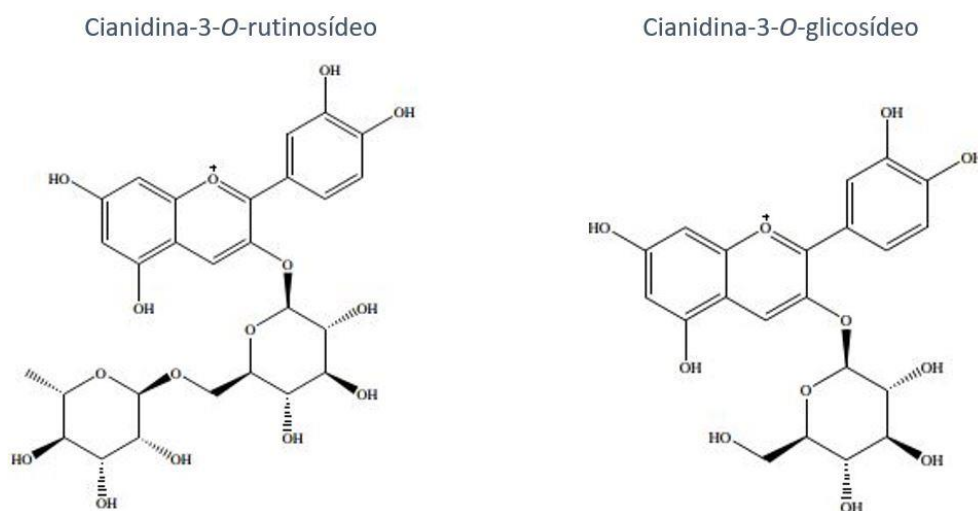
O fruto juçara também é uma excelente fonte de polifenóis, contendo 5672-7500 mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) 100 g⁻¹ em base seca (BORGES *et al.*, 2013; INADA *et al.*, 2015; RUFINO *et al.*, 2010). Com respeito ao perfil de compostos fenólicos, foram identificados 15 ácidos fenólicos, principalmente gálicos, protocatecuicos, p-cumaricos e ferúlicos; 13 flavonoides, principalmente quercetina e rutina; e um estilbeno (resveratrol) (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; BORGES *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2015a; BORGES *et al.*, 2011a; DA SILVA *et al.*, 2014; GUERGOLETTTO *et al.*, 2016; INADA *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2015). Em frutos juçara cultivados no estado de Santa Catarina, foram identificados três ácidos fenólicos (protocatecuico, p-cumarico e gálico), sete flavonóides (kaempferol, aromadendrina, hispidulina, quercetina, taxifolina, miricetina e rutina) e um

estilbeno (resveratrol) durante o ciclo de amadurecimento com colheita de agosto a dezembro (SCHULZ *et al.*, 2015).

Dentre os compostos fenólicos encontrados no fruto juçara, as antocianinas possuem um papel de destaque. As antocianinas são glicosídeos de antocianidina que pertencem à classe dos flavonoides, com seu núcleo básico, o íon 4-hidroxi-flavílio (KRUGER *et al.*, 2014) e são responsáveis por grande parte da coloração vermelha, azul e roxa dos frutos juçara durante o amadurecimento (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; SCHULZ *et al.*, 2015). A coloração característica preto-arroxeadada do fruto juçara está relacionada ao seu alto teor de antocianinas (409,8-634,3 mg de cianidina 3-glicósido equivalentes a 100 g⁻¹ de matéria fresca) (BORGES *et al.*, 2011a; SCHULZ *et al.*, 2015). Entretanto, salienta-se que há mudanças no conteúdo de antocianinas de acordo com o estágio de maturação dos frutos e condições de cultivo (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; SCHULZ *et al.*, 2015).

As antocianinas mais prevalentes nos frutos são a cianidina-3-*O*-rutinosídeo e a cianidina-3-*O*-glicosídeo (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; CARDOSO *et al.*, 2015a; CARDOSO *et al.*, 2015b; DA SILVA *et al.*, 2014; DE BRITO *et al.*, 2007; GUERGOLETTTO *et al.*, 2016; INADA *et al.*, 2015; NOVELLO *et al.*, 2015) (Figura 4). Também foram identificadas as antocianinas cianidina 3-sambubiosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, cianidina 3-ramnosídeo, pelargonidina 3-rutinosídeo (DE BRITO *et al.*, 2007), cianidina 3,5-hexose pentose, peonidina 3-rutinosídeo (DA SILVA *et al.*, 2014), delphinidina 3-glicosídeo (CARDOSO *et al.*, 2015b; NOVELLO *et al.*, 2015), cianidina 3,5 diglicosídeo (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014) e malvidina-3-glicosídeo (GUERGOLETTTO *et al.*, 2016).

Figura 4 - Principais antocianinas do fruto juçara (*Euterpe edulis* Martius).



Fonte: Adaptado de SCHULZ *et al.*, 2016.

Em estudo que investigou os compostos fenólicos predominantes em extratos do fruto juçara por meio da cromatografia líquida de ultra performance (UPLC, do inglês *Ultra Performance/Pressure Liquid Chromatography*) foram detectados aproximadamente 26 mg/g de extrato em base seca de um total de 31 mg de compostos fenólicos/g de extrato em base seca, sendo 73% do total de teor fenólico composto pela cianidina-3-*O*-rutinosídeo. Outros compostos também foram identificados, como a cianidina-3-*O*-glicosídeo, pelargonidina-3-*O*-glicosídeo, quercetina, rutina, miricetina, kaempferol, kaempferol-3-*O*-rutinosídeo, luteolina, apigenina, catequina, ácido elágico e ácido 4,5-dicofamoilquinico (VIEIRA *et al.*, 2017).

As antocianinas possuem elevada capacidade antioxidante e estão entre os principais compostos relacionados à ampla capacidade de neutralização de radicais livres (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; SCHULZ *et al.*, 2015).

2.2. RADICAIS LIVRES, ANTIOXIDANTES E ESTRESSE OXIDATIVO

2.2.1. Radicais Livres

Os radicais livres representam espécies químicas reativas que possuem um elétron não emparelhado em seu orbital atômico ou molecular (HALLIWELL, 2006; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007) tornando as moléculas altamente instáveis e altamente reativas (JAIN *et al.*, 2013). Os radicais livres podem ser formados de três maneiras: 1) pela clivagem hemolítica de uma ligação covalente de uma molécula normal, com cada fragmento retendo um dos elétrons emparelhados; 2) da perda de elétron único de uma molécula normal; e 3) pela adição de elétron único a uma molécula normal (DEVASAGAYAM *et al.*, 2004).

A geração de radicais livres ocorre em processos aeróbicos, como respiração celular, exposição a infecções microbianas que envolvem a ativação de fagócitos, durante a atividade física intensa ou a ação de poluentes/toxinas, como fumaça de cigarro, álcool, radiações ionizantes e ultravioleta (UV), pesticidas e ozônio (POLJSAK; ŠUPUT; MILISAV, 2013). Além disso, aspectos relacionados à alimentação, como o consumo excessivo de carboidratos, gorduras e baixo consumo de vitaminas também podem estar envolvidos (BLOOMER; FISHER-WELLMANN, 2009; MAIESE, 2009). Entretanto, a produção de radicais livres é fundamental para diversos processos fisiológicos normais dos organismos vivos.

Os radicais livres são derivados de moléculas de oxigênio, nomeadas espécies reativas de oxigênio (EROs); ou nitrogênio, nomeadas espécies reativas de nitrogênio (ERNs) (HALLIWELL, 2006). As EROs estão envolvidas em muitas atividades celulares importantes,

incluindo transcrição de genes, transdução de sinalização e resposta imune (ROGERS *et al.*, 2014; ZUO *et al.*, 2015).

As espécies reativas são geradas, normalmente, nas mitocôndrias, membranas celulares e no citoplasma, podendo ser favorecidas pelos íons ferro e cobre (KOURY; DONANGELO, 2003). Por meio da cadeia transportadora de elétrons, processo no qual ocorre a transferência de elétrons pelos complexos da cadeia respiratória, são geradas formas parcialmente reduzidas de oxigênio, sendo a mitocôndria a principal fonte geradora de espécies reativas (GREEN; BRAND; MURPHY, 2004; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

As EROs dividem-se em dois grupos: as radicalares, como hidroxila (OH^\bullet), superóxido (O_2^\bullet), peroxila (ROO^\bullet) e alcoxila (RO^\bullet); e as não radicalares, como oxigênio singlete ($^1\text{O}_2$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e ácido hipocloroso (HClO). As ERNs incluem o óxido nítrico (NO^\bullet), óxido nitroso (N_2O_3), ácido nitroso (HNO_2), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e peroxinitrito (ONOO^-) (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; HALLIWELL, 2006).

Na cadeia de transporte de elétrons, os elétrons são transferidos da nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH) e flavina-adenina dinucleotídeo (FADH_2) para o oxigênio molecular por quatro complexos ligados à membrana, eventualmente produzindo água (H_2O) (KOOPTMAN *et al.*, 2010). Nesse processo, os elétrons vazam da membrana interna e são capazes de reduzir o oxigênio molecular gerando O_2^\bullet . Este último pode levar a outras EROs, como H_2O_2 , OH^\bullet e íons hidroxila. As ERNs emergem quando O_2^\bullet reage com o NO^\bullet para gerar ONOO^- . Além disso, eles são capazes de formar outros tipos de espécies nitrogenadas, como dióxido de nitrogênio (NO_2) e nitrosoperoxycarbonato (ONOOCOO^-) (DOORN; PETERSEN, 2003).

As EROs modulam a função de todas as classes de biomoléculas, visando quase todos os substratos da célula. Os lipídeos são os mais suscetíveis à oxidação: ácidos graxos poli-insaturados, especialmente ácido araquidônico e ácido docosahexaenóico, que levam à formação de malondialdeído e 4-hidroxinonenal, marcadores reconhecidos de oxidação lipídica. As EROs também são capazes de oxidar a cadeia principal e a cadeia lateral de proteínas, que posteriormente interagem com as cadeias laterais de aminoácidos para gerar funções carbonílicas. Além disso, as EROs podem danificar os ácidos nucleicos, causar reticulação do ácido desoxirribonucleico (DNA, do inglês, *deoxyribonucleic acid*), quebra de cadeia e alteração na estrutura das bases de purina e piridina, tendo como resultado mutações no DNA (GANDHI; ABRAMOV, 2012).

Para combater os efeitos nocivos dos radicais livres existem os antioxidantes, sejam eles produzidos pelo próprio organismo, sejam eles obtidos pela alimentação. Os antioxidantes

atuam evitando a geração de radicais livres ou espécies não-radicais e a ação desses ou, ainda, facilitando o reparo e a reconstituição das estruturas biológicas lesadas (CLARKSON; THOMPSON, 2000; KOURY; DONANGELO, 2003).

2.2.2. Antioxidantes

O conceito clássico de antioxidante pode ser definido como “qualquer substância que atrasa, previne ou remove o dano oxidativo a uma molécula alvo” e, geralmente, é entendida como a capacidade desses compostos em neutralizar os radicais livres (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

A defesa antioxidante humana é complexa e deve minimizar os níveis de EROs, porém, permitindo funções fisiológicas de EROs para executar a sinalização celular e a regulação redox (HALLIWELL, 2011). Os sistemas de defesa antioxidante podem ser divididos em endógeno (enzimático e não enzimático) e exógeno (obtido pela alimentação) (HALLIWELL, 2011; SIES, 1993). O sistema de defesa antioxidante endógeno inclui enzimas antioxidantes endógenas, como a superóxido dismutase (SOD), glutatona peroxidase (GPx), catalase (CAT) e compostos não enzimáticos como glutatona, proteínas (ferritina, transferrina, ceruloplasmina e até albumina) e sequestradores de baixo peso molecular, como ácido úrico, coenzima Q e ácido lipóico (POLJSAK; ŠUPUT; MILISAV, 2013).

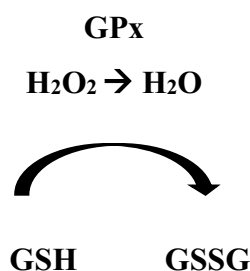
As defesas antioxidantes endógenas geralmente são distribuídas no citoplasma e em várias organelas celulares. Em organismos eucarióticos, várias enzimas antioxidantes primárias onipresentes, como SOD, CAT e várias peroxidases, catalisam uma cascata complexa de reações para converter EROs em moléculas mais estáveis, como H₂O e oxigênio (O₂).

A SOD atua contra a decomposição oxidativa, transformando o ânion do radical O₂^{•-} em H₂O₂. Três tipos de SOD podem ser encontrados em tecidos de mamíferos: cobre-zinco contendo SOD (SOD1) presente no citosol, manganês contendo SOD (SOD2) encontrado na matriz mitocondrial e SOD extracelular (SOD3). Todos os três são altamente expressos, principalmente nos túbulos renais de rins saudáveis (GHEZZI; BONETTO; FRATELLI, 2005; SUNG *et al.*, 2013). Esta enzima catalisa a reação:

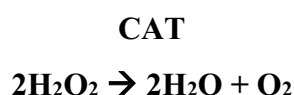
SOD



A GPx, uma enzima que contém selênio, catalisa tanto a redução de H₂O₂ quanto os hidroperóxidos orgânicos em H₂O ou nos álcoois correspondentes e atua como um fator de contração das mitocôndrias, isto é, como um composto que impede a perda de contratilidade das mitocôndrias em condições especiais. Oito isoformas distintas da glutathione peroxidase (GPx1-8) foram identificadas em humanos (JAIN *et al.*, 2013). A glutathione reduzida (GSH) funciona como doador de elétrons eficaz no processo, pois os grupos tiol livres são oxidados para ligações dissulfeto (DRÖGE, 2002). A GPx atua no ciclo da glutathione, convertendo a GSH à glutathione oxidada (GSSG), através da remoção de H₂O₂ para formar H₂O. A fim de manter a integralidade do ciclo redox da glutathione e, conseqüentemente, o equilíbrio adequado entre os sistemas de defesa enzimáticos, a ação da glutathione redutase (GR), responsável pela recuperação da GSH, é fundamental (ROVER JÚNIOR; HOEHR; VELLASCO, 2001).



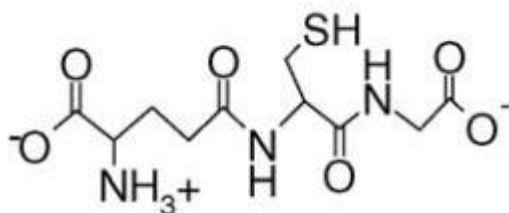
A CAT representa a enzima envolvida na depleção redutiva de H₂O₂ em O₂ e possui um dos maiores números de rotatividade de todas as enzimas, sendo que uma molécula de CAT pode converter milhões de moléculas de H₂O₂ em H₂O e O₂ a cada segundo. É expressa na maioria das células, órgãos e tecidos e em concentrações elevadas no fígado e eritrócitos. É importante salientar que outros antioxidantes enzimáticos, incluindo peroxirredoxina, tiorredoxina redutase e GPx, principalmente intracelular, são responsáveis pela redução de H₂O₂ e também pela inativação de peróxidos orgânicos, produzindo H₂O/álcoois e O₂ (CHELIKANI; FITA; LOEWEN, 2004; SUNG *et al.*, 2013).



Quanto às defesas antioxidantes não enzimáticas, os tióis são essenciais ao interagir com quase todos os oxidantes fisiológicos. Sua capacidade de manter o *status* homeostático intracelular e redox tecidual é baseada no par redox tiol/dissulfeto, como no caso da GSH,

tiorredoxinas (possuindo um local ativo ditiol-dissulfeto) e outras proteínas contendo cisteína (SUNG *et al.*, 2013). O principal antioxidante tiol é o tripeptídeo GSH. A GSH é um antioxidante intracelular não enzimático multifuncional citoprotetor que pode eliminar o H_2O_2 , o ânion hidroxil e os oxidantes clorados. É considerado o principal tampão redox de dissulfeto de tiol da célula. A GSH é altamente abundante no citosol (1–11 mM), núcleos (3–15 mM) e mitocôndrias (5–11 mM) e é o principal antioxidante solúvel nesses compartimentos celulares (MASELLA *et al.*, 2005; SUNG *et al.*, 2013) (Figura 5).

Figura 5 – Estrutura química da glutathiona reduzida (GSH).



GSH

Fonte: Adaptado de VALKO *et al.*, 2006.

Outro antioxidante não enzimático a ser citado é o ácido úrico. O ácido úrico é o produto final do metabolismo das purinas em humanos (MATSUMOTO; HOPKINS, 2004) e pode influenciar a capacidade antioxidante total do plasma após o consumo de frutas com alto teor de frutose, causando o chamado "efeito da frutose", responsável pelo aumento dos níveis de ácido úrico (LOTITO; FREI, 2004). Esse fenômeno é baseado no aumento do ácido úrico formado pela degradação de frutose-1-fosfato como resultado da atividade da frutoquinase, cujo substrato é frutose (YAMAMOTO *et al.*, 1999). A síntese de frutose-1-fosfato resulta em uma redução no fosfato inorgânico hepático de adenosina trifosfato e, portanto, na severidade da degradação de adenosina monofosfato em ácido úrico. Devido à produção intensiva de urato, esse fenômeno é considerado o principal mecanismo de crescimento potencial antioxidante após o consumo de uma grande quantidade de frutas ricas em frutose (~ 6 g/100 g) (LOTITO; FREI, 2004). Além disso, o ácido úrico é eficaz na eliminação dos radicais 1O_2 , ROO^{\bullet} e OH^{\bullet} e protege a membrana eritrocitária da peroxidação lipídica (FREI; STOCKER; AMES, 1981).

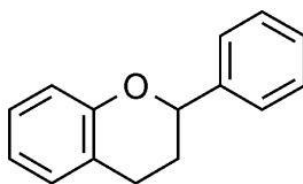
Os antioxidantes exógenos, presentes em frutas e vegetais, como as vitaminas C e E, carotenóides e fenólicos (estilbenos, ácidos fenólicos como os ácidos benzóico e hidroxibenzóico, derivados do ácido cinâmico e hidroxicinâmico; flavonoides-flavonóis, flavanas, flavanonas, flavonoides, flavonas e antocianidinas como agliconas das antocianinas, apresentando um esqueleto de íon flavílio ou 2-fenilcromenílio), são considerados os principais antioxidantes exógenos (CROZIER; JAGANATH; CLIFFORD, 2009; PISOSCHI; POP, 2015).

A seguir será abordado o potencial antioxidante dos compostos fenólicos e flavonoides, em especial, as antocianinas, em virtude de serem os principais componentes antioxidantes encontrados no fruto juçara, âmago deste estudo.

A maioria dos antioxidantes naturais são compostos fenólicos. Os compostos fenólicos ou polifenóis constituem um dos grupos mais comuns e ubíquos de metabólitos vegetais e representam parte integrante da dieta humana, encontrados em alimentos e bebidas (GÜLÇİN, 2012; RICE-EVANS, 2001; RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996; SCHROETER *et al.*, 2002). Estes possuem pelo menos um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila conectados e são comumente encontrados conjugados a açúcares e ácidos orgânicos (CROZIER; JAGANATH; CLIFFORD, 2009), além de ativar o sistema antioxidante endógeno, promovendo proteção celular ou tecidual (FORMAN; DAVIES; URSINI, 2014).

Os flavonoides constituem o grupo mais importante de polifenóis e são formados nas plantas a partir dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e malonato (HARBORNE, 1986), compreendendo 15 carbonos, com dois anéis aromáticos conectados por uma ponte de três carbonos (C6–C3–C6) (Figura 6). Mais de 4000 flavonoides foram identificados em várias espécies de plantas (BEECHER, 1999; HARBORNE; BAXTER; MOSS, 1999). Os flavonoides são frequentemente referidos juntos, embora existam pelo menos seis subclasses baseadas em diferenças distintas na estrutura química, como flavonols, flavonas, isoflavonas, flavanonas, flavanols e antocianinas (BRAVO, 1998; DEL RIO *et al.*, 2013; DORNAS *et al.*, 2007), esta última considerada a principal subclasse flavonoide encontrada no fruto juçara.

Figura 6 – Estrutura química dos flavonoides.

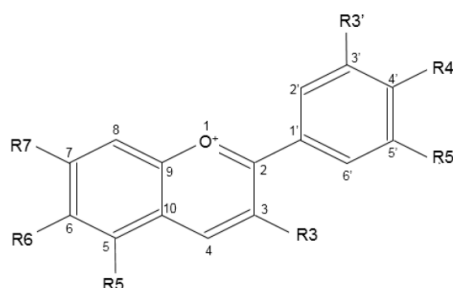


Fonte: CROZIER; MICHAEL; CLIFFORD, 2009.

O grupo mais característico de fenólicos em frutos do tipo *berries*, como o fruto juçara, é provavelmente a classe de antocianinas (DEL RIO; BORGES; CROZIER, 2010). A palavra antocianina é de origem grega (*anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro) e é o mais importante grupo de pigmentos hidrossolúveis da natureza (HARBORNE; GRAYER, 1988). As antocianinas estão presentes em diversos vegetais, podendo ser encontradas em todas as partes da planta, principalmente nas flores e frutos. Esses pigmentos possuem coloração que varia do vermelho ao azul, podendo apresentar-se, também, como uma mistura de ambas as cores resultando em tons de púrpura (BROUILLARD, 1982; DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Na natureza, as antocianinas ocorrem glicosiladas, sendo as agliconas conhecidas como antocianidinas, cuja forma básica é a do cátion flavilium (MALACRIDA; MOTTA, 2005). Além do grupo de açúcares, a molécula de antocianina pode vir, frequentemente, ligada a um grupo de ácidos orgânicos e outros substituintes. Mais de 500 antocianinas diferentes foram descritas e seis delas (ou seja, pelargonidina, cianidina, delphinidina, petunidina, peonidina e malvidina) são comumente encontradas em *berries* (DEL RIO; BORGES; CROZIER, 2010), as quais diferem entre si quanto ao número de hidroxilas e ao grau de metoxilas presentes no anel B (LIMA *et al.*, 2006). A formação do glicosídeo e a maior presença de grupos metoxilos (OCH₃) conferem, em geral, cor mais avermelhada e maior estabilidade à oxidação e ao calor do que o aumento das hidroxilações que, por sua vez, proporcionam predomínio das cores rosa e azul (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERL, 2004). A Figura 7 mostra a estrutura química das antocianinas.

Figura 7 – Estrutura química das antocianinas.



Fonte: ANANGA *et al.*, 2013.

2.2.2.1. Antocianinas e atividade antioxidante

O potencial antioxidante das antocianinas depende da estrutura química da molécula e é influenciado por: (1) o número de grupos hidroxila; (2) a porção catecol no anel B; (3) o íon oxônio no anel C; (4) o padrão de hidroxilação e metilação; (v) acilação; e (6) glicosilação (YANG *et al.*, 2011), sendo que a glicosilação das antocianinas diminui a atividade de eliminação de radicais em comparação com a aglicona, pois reduz a capacidade dos radicais da antocianinas de deslocar elétrons (WANG; STONER, 2008).

Investigações epidemiológicas sugerem que o consumo de antocianinas pode reduzir alguns parâmetros de dano oxidativo (WEISEL *et al.*, 2006). Observou-se que indivíduos que consumiram suco de frutas rico em antocianinas apresentaram redução do dano oxidativo ao DNA e aumento significativo no conteúdo de GSH quando comparados aos indivíduos controle (WEISEL *et al.*, 2006). Outros estudos observaram aumento da capacidade antioxidante sérica após o consumo de morangos ou vinho tinto (CAO *et al.*, 1998) e correlação positiva entre o teor de antocianina sérica pós-prandial e o *status* antioxidante utilizando o teste de capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC, do inglês, *Oxygen Radical Absorbance Capacity*) (MAZZA *et al.*, 2002).

Estudos de intervenção aguda (KAY; HOLUB, 2002; MARNIEMI *et al.*, 2000; MAZZA *et al.*, 2002; McLEAY *et al.*, 2012; NETZEL *et al.*, 2002; NETZEL *et al.*, 2005; TULIPANI *et al.*, 2009; VINSON; BOSE; PROCH, 2008) e crônica (ALVAREZ-SUAREZ *et al.*, 2014; BASU *et al.*, 2011; IVANOVA; TASINOV; KISELOVA-KANEVA, 2014; KUNTZ *et al.*, 2014; MARNIEMI *et al.*, 2000; McANULTY *et al.*, 2011; MOAZEN *et al.*, 2013; RUEL *et al.*, 2005; TULIPANI *et al.*, 2011; TULIPANI *et al.*, 2014; WILMS *et al.*, 2007) mostraram que a ingestão de frutos ricos em antocianinas aumentou significativamente o *status* antioxidante sérico/plasmático em comparação com o grupo controle. Outros estudos também observaram aumento da atividade das enzimas antioxidantes endógenas (JOHNSON *et al.*, 2015; KARDUM *et al.*, 2014; KUNTZ *et al.*, 2014; MATHISON *et al.*, 2014).

Tal como outros frutos ricos em antocianinas, o potencial antioxidante do fruto juçara também já foi evidenciado em ensaios *in vitro* (BARROSO *et al.*, 2019; BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; BORGES *et al.*, 2011a; BORGES *et al.*, 2013; INADA *et al.*, 2015; RUFINO *et al.*, 2010; SCHULZ *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2017; VIEIRA *et al.*, 2013), em ensaios experimentais em animais (CASTRO *et al.*, 2014; CARDOSO *et al.*, 2015a; DOS REIS *et al.*, 2019; FREITAS *et al.*, 2016; FREITAS *et al.*, 2017a; FREITAS *et al.*, 2017b; NOVELLO *et al.*, 2015; OYAMA *et al.*, 2016) e em ensaios clínicos de ingestão aguda (CARDOSO *et al.*,

2015b; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020) e prolongada (DE LIZ *et al.*, 2020) em seres humanos.

A capacidade antioxidante do fruto juçara tem sido mostrada em vários estudos por meio dos parâmetros DPPH (2,2-diphenil-1-picril-hidrazil) (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; BORGES *et al.*, 2011; CARDOSO *et al.*, 2015a; CARDOSO *et al.*, 2015b; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020; DE LIZ *et al.*, 2020; RUFINO *et al.*, 2010; SCHULZ *et al.*, 2015; VIEIRA *et al.*, 2013), FRAP (do inglês *Ferric Reducing Antioxidant Potential*, Potencial Antioxidante Redutor Férrico) (BORGES *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2015a; CARDOSO *et al.*, 2015b; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020; DE LIZ *et al.*, 2020; INADA *et al.*, 2015; SCHULZ *et al.*, 2015; RUFINO *et al.*, 2010; VIEIRA *et al.*, 2013) e ORAC (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014; INADA *et al.*, 2015), sendo os dois primeiros os mais estudados.

Os valores de DPPH no fruto de juçara revelaram maiores variações, sendo encontrados em um grama de matéria seca, valores que oscilaram de 745,3 μmol equivalente de Trolox (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014) a 2802 μmol equivalente de Trolox (CARDOSO *et al.*, 2015a), ao passo que foram encontrados valores de 1158 μmol equivalente de Trolox (BORGES *et al.*, 2013) e 2155 μmol equivalente de Trolox (CARDOSO *et al.*, 2015b) em 100 g matéria seca para FRAP.

Quanto aos valores para o parâmetro ORAC no fruto de juçara em matéria seca, foram detectados valores entre 1088,10 e 2071,55 μmol equivalente de Trolox/g (BICUDO; RIBANI; BETA, 2014) e de 1544 μmol equivalente de Trolox/g (INADA *et al.*, 2015). Os valores da capacidade antioxidante do fruto juçara desses estudos apontam alta capacidade antioxidante desses frutos. Contudo, cabe ressaltar que as dessemelhanças no tocante aos resultados entre os estudos podem ser decorrentes ao estágio de maturação, sazonalidade, condições climáticas, localização geográfica, variação da cultivar, além das diferenças entre os métodos de extração de amostras utilizados e padrões espectrofotométricos empregados (CARDOSO *et al.*, 2018).

O efeito antioxidante do fruto juçara também foi evidenciado em estudos experimentais em animais. Em estudo que investigou a composição química e o potencial antioxidante do extrato do fruto juçara e seus efeitos na esteatose hepática em camundongos ApoE^{-/-} dislipidêmicos observou que os grupos tratados com extrato de juçara (2%, 6% e 10%) e acetato de α -tocoferol (2%) apresentaram diminuição da atividade da enzima CAT em comparação com o grupo que recebeu dieta padrão. Também foi observada menor atividade da enzima SOD nos animais que receberam dieta suplementada com 6% de extrato de juçara. Entretanto, é importante lembrar que a atividade antioxidante endógena é influenciada por

múltiplos fatores, como a etiologia do estresse oxidativo, o modelo animal utilizado, o tipo e fonte do antioxidante da dieta investigado (CARDOSO *et al.*, 2015a).

Investigação que avaliou o efeito de bioprodutos provenientes do fruto juçara (polpa liofilizada, polpa liofilizada desengordurada e óleo) em ratos com esteatose hepática não alcoólica tratados com dieta hiperlipídica durante 4 semanas observou que os grupos que receberam polpa de juçara (desengordurada ou não) apresentaram atenuação da esteatose e peroxidação lipídica nos tecidos, efeito não observado no grupo que recebeu o óleo. A polpa de juçara liofilizada desengordurada foi o subproduto que apresentou melhor resposta, que provavelmente está relacionada ao expressivo conteúdo de compostos fenólicos, notadamente as antocianinas (FREITAS *et al.*, 2016).

Outro estudo avaliou o efeito antioxidante e tóxico em ratos *Wistar* alimentados com dieta de cafeteria após intervenção com juçara nos tecidos renal e cardíaco. Os resultados mostraram um aumento na atividade da CAT no tecido cardíaco dos animais que receberam as seguintes dietas: dieta de cafeteria associada ao extrato liofilizado de *Euterpe edulis* a 5%, dieta de cafeteria associada ao extrato liofilizado de *Euterpe edulis* a 10% e dieta de cafeteria associada ao extrato liofilizado de *Euterpe edulis* a 10% desengordurado. Não houve diferenças significativas nos tecidos renais (FREITAS *et al.*, 2017a).

Os efeitos do fruto juçara no metabolismo oxidativo de ratos *Wistar*, os quais foram divididos em quatro grupos: dieta comercial (controle), dieta comercial adicionada de 4% de óleo de juçara, dieta comercial adicionada de 10% de polpa liofilizada de juçara e dieta comercial adicionada de 10% de polpa liofilizada de juçara desengordurada foram avaliados durante 50 dias. Os resultados mostraram que o grupo que recebeu dieta comercial adicionada de 10% de polpa liofilizada de juçara e dieta comercial adicionada de 10% de polpa liofilizada de juçara desengordurada diminuiu a peroxidação lipídica. Também foi observado que o grupo que recebeu polpa desengordurada apresentou menor atividade enzimática de CAT, glutathione S-transferase e SOD em relação aos demais grupos (FREITAS *et al.*, 2017b).

Até o momento poucos ensaios clínicos que avaliaram o efeito antioxidante da ingestão do fruto juçara foram conduzidos em seres humanos (CARDOSO *et al.*, 2015b; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020; DE LIZ *et al.*, 2020). Nosso grupo de pesquisa foi o pioneiro em avaliar os efeitos do fruto juçara em seres humanos. O primeiro ensaio clínico realizado em seres humanos avaliou o efeito da ingestão única de 400 mL de suco de juçara sobre biomarcadores de estresse oxidativo em indivíduos saudáveis. Os resultados revelaram um aumento do FRAP e da atividade enzimática da GPx, bem como uma interação significativa

entre tempo e tratamento para hidroperóxidos lipídicos após a ingestão única de suco de juçara (CARDOSO *et al.* 2015b).

Em ensaio clínico randomizado e cruzado que avaliou o efeito antioxidante da ingestão única de 400 mL de suco de juçara na defesa enzimática, capacidade antioxidante total e estado oxidante total do sangue de 11 indivíduos saudáveis foi evidenciado interação significativa entre tempo e tratamento para o estado oxidante total sérico, enquanto análises intragrupos evidenciaram que o suco de juçara foi capaz de atenuar o estado oxidante total sérico após 1 e 2 horas de ingestão em relação à bebida controle (água) (CARDOSO *et al.*, 2023).

O efeito antioxidante do fruto juçara também já foi demonstrado no exercício. Em um ensaio clínico randomizado e cruzado, 15 indivíduos saudáveis fisicamente ativos consumiram 250 mL de suco de juçara ou água (bebida controle) 1 hora antes de uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade. Observou-se uma diminuição do índice de estresse oxidativo imediatamente após o exercício e um aumento de GSH 1 hora após o exercício no grupo que consumiu o suco de juçara em relação ao grupo controle (água). Também foi observado que o suco de juçara aumentou as concentrações de fenóis totais e de ácido úrico imediatamente após e 1 hora após o exercício (COPETTI *et al.*, 2020).

Outro estudo avaliou os efeitos da ingestão de 200 mL de suco de juçara durante quatro semanas sobre biomarcadores de estresse oxidativo em um estudo cruzado com 30 adultos saudáveis. Após quatro semanas, o suco de juçara aumentou significativamente a atividade de CAT (~ 25%) em relação ao início do estudo (DE LIZ *et al.*, 2020).

Uma das principais características das antocianinas está relacionada aos seus efeitos antioxidantes (CARSOSO *et al.*, 2015a; CARDOSO *et al.*, 2015b; CARDOSO *et al.*, 2018; CARDOSO *et al.*, 2023; COPETTI *et al.*, 2020; DE LIZ *et al.*, 2020; DEL BÓ *et al.*, 2015; LILA *et al.*, 2016; NOVELLO *et al.*, 2015; POJER *et al.*, 2013) que podem proteger o organismo contra o estresse oxidativo, especificamente o “*distress*”, que será abordado a seguir.

2.2.3. Estresse oxidativo

O conceito básico de estresse oxidativo foi formulado em 1985 como "um distúrbio no equilíbrio pró-oxidante e antioxidante em favor do primeiro" (SIES, 1985). Entretanto, a definição de estresse oxidativo foi modificada várias vezes e uma das versões mais recentes é o desequilíbrio entre oxidantes e antioxidantes em favor dos oxidantes, levando a uma interrupção da sinalização e controle redox e/ou dano molecular (SIES, 2018). O termo

"estresse redutivo" também tem aparecido na literatura (BELLEZZA *et al.*, 2018; STEVENS *et al.*, 2017), embora sua definição exata pareça incerta.

O estresse oxidativo emerge de um aumento da geração EROs/ERNs ou de uma deterioração da capacidade de proteção antioxidante, caracterizada pela capacidade reduzida de sistemas endógenos de combater o ataque oxidativo direcionado às biomoléculas-alvo, sendo sua severidade associada à patogênese e fisiopatologia de muitos problemas de saúde crônicos, como condições neurodegenerativas (Parkinson, Alzheimer, doença de Huntington e esclerose lateral amiotrófica), enfisema, doenças cardiovasculares e inflamatórias, catarata e câncer (LÓPEZ-ALARCÓNA; DENICOLA, 2013; MAULIK *et al.*, 2013; SIES, 1985, TODA, 2011).

A ação de EROs/ERNs (radicais ânion superóxido, hidroxil, alcóxil, radicais lipídicos peroxílicos, óxido nítrico e peroxinitrito) resulta em alterações e modulações funcionais das principais biomoléculas. Os lipídeos são os mais suscetíveis à oxidação: ácidos graxos poli-insaturados, especialmente ácido araquidônico e ácido docosahexaenóico, que levam ao malondialdeído e ao 4-hidroxinonenal, marcadores reconhecidos de oxidação lipídica. As EROs também são capazes de oxidar a cadeia principal e a cadeia lateral de proteínas, que posteriormente interagem com as cadeias laterais de aminoácidos para gerar funções carbonílicas. Ainda, as EROs danificam os ácidos nucleicos, pois podem causar reticulação da proteína de DNA, quebra de cadeia e alteração na estrutura das bases de purina e piridina, tendo como resultado mutações no DNA (GANDHI; ABRAMOV, 2012).

Recentemente foi proposta uma nova classificação do estresse oxidativo de acordo com a intensidade, com escalas de que variam de estresse oxidativo fisiológico (*eustress*), quando há baixa exposição de células e organismos sendo utilizados para sinalização redox abordando alvos específicos; a carga oxidativa tóxica, quando há alta exposição de células e organismos, que resultam em interrupção da sinalização redox e/ou danos em biomoléculas (*distress*) (LUSHCHAK, 2014; NIKI, 2016; SIES, 2017; SIES; BERNDT; JONES, 2017; YAN, 2014).

2.2.3.1. Biomarcadores de estresse oxidativo

Os biomarcadores de estresse oxidativo têm sido utilizados no campo dos radicais livres desde o seu início (DAVIES *et al.*, 1982), fornecendo um panorama global de peroxidação lipídica, oxidação de proteínas ou oxidação de DNA, de acordo com o biomarcador (MARGARITELIS *et al.*, 2016). No passado e nos últimos anos os biomarcadores de estresse oxidativo têm sido frequentemente usados como uma ferramenta para revelar mecanismos

redox. No entanto, os biomarcadores de estresse oxidativo não fornecem informações mecanicistas porque não foram feitos para esse fim (COBLEY *et al.*, 2015).

Existem diferentes maneiras de estimar o "estado de estresse oxidativo". Pode-se analisar os radicais livres, biomoléculas danificadas/oxidadas ou antioxidantes. A quantificação de espécies reativas/radicais livres, como H_2O_2 , $O_2^{\cdot-}$ e NO^{\cdot} , é difícil, pois são altamente reativos e têm meia-vida curta. Portanto, as amostras devem ser rapidamente preparadas e analisadas, o que nem sempre é viável na prática clínica e na pesquisa. Os biomarcadores de dano oxidativo amplamente aceitos incluem isoprostanos, 8-hidroxi-desoxiguanosina (8-OHdG), proteínas carboniladas (PC), 3-nitrotirosina, hidroperóxidos lipídicos e malondialdeído (MDA), que podem ser medidos como substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, do inglês, *Thiobarbituric Acid Reactive Substances*). Existem kits disponíveis comercialmente, bem como métodos laboratoriais mais sofisticados (KOCHLIK; GRUNE; WEBER, 2017).

Para a avaliação da capacidade antioxidante há os ensaios denominados capacidade antioxidante total (TAC, do inglês, *Total Antioxidant Capacity*), estado antioxidante total (TAS, do inglês, *Total Antioxidant Status*), potencial antioxidante biológico, ORAC e FRAP, entretanto, há críticas em relação ao uso desses métodos de forma isolada por não representarem a capacidade antioxidante total, uma vez que o ensaio mede apenas parte da capacidade antioxidante, geralmente excluindo atividades enzimáticas. Assim, é sugerido o termo "capacidade antioxidante não enzimática" mais relevante que o termo "capacidade antioxidante total" (BARTOSZ, 2010).

A medição de atividades de enzimas antioxidantes, como SOD, GPx e CAT, pode ser realizada muitas vezes com kits disponíveis comercialmente, bem como com métodos laboratoriais. A medição direta de antioxidantes endógenos como ácido úrico, GSH, GSSG, tióis totais e antioxidantes nutricionais como ácido ascórbico é relativamente fácil e comumente realizada em estudos em humanos (KOCHLIK; GRUNE; WEBER, 2017).

Estudos sobre estresse oxidativo e exercício têm utilizado vários biomarcadores de estresse oxidativo para comprovar a utilidade ou inutilidade da suplementação de antioxidantes (BLOEDON *et al.*, 2019; PAULSEN *et al.*, 2014; RISTOW *et al.*, 2009).

A homeostase da GSH é fundamental para o metabolismo e a função celular, conforme declarado pela associação de níveis alterados de GSH com inúmeras condições, como envelhecimento, neurodegeneração, câncer, inflamação e degeneração muscular (AOYAMA; NAKAKI, 2013; BALLATORI *et al.*, 2009; JACKSON; McARDLE, 2011; TRAVERSO *et al.*, 2013). A GSH também desempenha um papel essencial no catabolismo proteico e no estresse oxidativo/nitrosativo que é induzido pelo exercício físico intenso ou lesão. Foi relatado

que o músculo esquelético aumenta a captação de GSH do plasma para neutralizar a produção excessiva de EROs que ocorre após exercícios físicos intensos e prolongados (LEW; PYKE; QUINTANILHA, 1985). Investigações mostraram que a GSH, principal antioxidante celular não enzimático, pode ser reduzida durante o exercício físico (JI; FU, 1992; TESSIER *et al.*, 1995). Além disso, os níveis de GSH no músculo esquelético estão relacionados com o perfil metabólico do tecido; em fibras musculares esqueléticas humanas saudáveis, o nível de GSH é maior nas fibras aeróbicas tipo I do que nas fibras anaeróbicas tipo II (HELLSTEN.; APPLE; SJÖDIN, 1996).

O treinamento de exercícios de resistência e/ou treinamento intervalado de alta intensidade aumentou a capacidade antioxidante dos miócitos dos músculos cardíaco e esquelético (POWERS, JAKSON, 2008). A GPx é induzível nos músculos esqueléticos e é relatado que a GPx aumenta nas fibras musculares esqueléticas que são recrutadas ativamente durante o exercício regular. Além disso, o treinamento regular de exercícios de resistência pode aumentar os níveis musculares esqueléticos de GPx em 20% a 180% e a atividade GPx pode ser citosólica e mitocondrial (JI; STRATMAN; LARDY, 1988). Sessões de treinamento de exercícios de longa duração (por exemplo, ≥ 60 min/dia) são superiores a sessões de exercícios de curta duração (≤ 30 min/dia) no aumento da atividade GPx muscular (LAWLER *et al.*; POWERS *et al.*, 1994). Da mesma forma que mencionado anteriormente para a GSH, o nível de GPx é maior nas fibras aeróbicas tipo I do que nas fibras anaeróbicas tipo II (POWERS *et al.*, 1994).

Quanto aos marcadores de peroxidação lipídica, pode-se citar o malondialdeído (MDA), produto secundário da peroxidação lipídica. O MDA é um biomarcador proveniente da β -ruptura de endociclicização de ácidos graxos poli-insaturados, como o ácido linoléico, araquidônico e docosahexaenóico (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007), considerado um marcador potencial para avaliação da lesão oxidativa no plasma (LUZ *et al.*, 2011; VASCONCELOS *et al.*, 2007). O aumento de MDA no plasma está associado ao exercício físico intenso, indicando a formação da lipoperoxidação por radicais livres, podendo ser correlacionada com a enzima creatina quinase (CK, do inglês, *Creatine Kinase*), principal marcadora de lesão muscular (CHIARADIA *et al.*, 1998). Além disso, o MDA também tem sido utilizado como marcador de estresse oxidativo em estudos que avaliaram o consumo de frutos ricos em antocianinas e sua relação com o exercício (AMMAR *et al.*, 2017; BRAAKHUIS *et al.*, 2014; CARVALHO-PEIXOTO *et al.*, 2015; FUSTER-MUÑOZ *et al.*, 2016; HURST *et al.*, 2020; LEVERS *et al.*, 2015; LEVERS *et al.*, 2016; MAZZANI *et al.*, 2014; TOSCANO *et al.*, 2015).

Como consequência da peroxidação lipídica, os lipídeos altamente oxidados podem causar danos às proteínas vizinhas levando à formação de proteínas carboniladas (PC), processo irreversível que pode resultar em diminuição da atividade catalítica de enzimas e quebra de proteínas por proteases, devido ao aumento da susceptibilidade (ALMROTH *et al.*, 2005). Considera-se, ainda, que as PC são possivelmente as mais susceptíveis ao estresse oxidativo nas células e são o biomarcador mais amplamente utilizado para danos oxidativos às proteínas, refletindo danos celulares, envelhecimento e vários distúrbios relacionados à idade (DALLE-DONE *et al.*, 2003; WONG *et al.*, 2008). Assim como observado para o marcador MDA, a avaliação de PC também tem sido utilizada em estudos que avaliaram o consumo de frutos ricos em antocianinas e sua relação com o exercício (AMMAR *et al.*, 2017; BOWTELL *et al.*, 2011; BRAAKHUIS *et al.*, 2014; COPETTI *et al.*, 2020; FUSTER-MUÑOZ *et al.*, 2016; HOWATSON *et al.*, 2010; McLEAY *et al.*, 2012). Destaca-se, ainda, que em revisão sistemática com metanálise que objetivou discutir o impacto de frutas inteiras ricas em antocianinas, incluindo métodos de processamento, o tipo e quantidade de frutas no estresse oxidativo, observou que os tamanhos dos efeitos do tratamento para o estresse oxidativo variaram de pequeno a grande, com os maiores tamanhos de efeito moderado e grande para MDA (k $\frac{1}{4}$ 5; g $\frac{1}{4}$ 0,65; P <0,001) e PC (k $\frac{1}{4}$ 4; g $\frac{1}{4}$ 1,61; P $\frac{1}{4}$ 0,045) (BLOEDON *et al.*, 2019).

2.2.3.2. Estresse oxidativo e exercício

O estresse oxidativo induzido pelo exercício associado ao aumento da produção de radicais livres é estudado há mais 40 anos, desde que foi relatado pela primeira vez por Dillard e colaboradores (1978). Nesse estudo foi observado que indivíduos que realizaram um exercício durante 60 minutos em cicloergômetro, com intensidade de 50% do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), apresentaram níveis aumentados de pentano expirado, um índice de peroxidação lipídica. Posteriormente, Lovlin e colaboradores (1987) estudaram seis jovens que realizaram um exercício de carga incremental em cicloergômetro até a exaustão e descobriram que os níveis sanguíneos de TBARS, outro marcador de peroxidação lipídica, aumentaram. Estudo realizado por Gohil e colaboradores (1988) em que oito homens jovens altamente treinados realizaram exercícios ergométricos por 90 minutos a 65% do $VO_{2máx}$, os níveis de GSH diminuíram, enquanto os níveis de GSSG aumentaram.

Durante o exercício, o consumo de oxigênio nos músculos ativos é até 100 vezes maior do que em repouso (SEN, 1999). Enzimas oxidativas como a nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH) oxidase e xantina oxidase (XO) são consideradas envolvidas

na produção de EROs e radicais livres durante exercício. A NADPH oxidase está localizada na fásia, retículo sarcoplasmático, túbulos T e sarcolema do músculo esquelético, e acredita-se que aumenta a produção de superóxidos liberando elétrons. Por outro lado, a XO está localizada na membrana plasmática do músculo esquelético e acredita-se que produz superóxidos convertendo hipoxantina em xantina e ácido úrico (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007). As EROs geradas por XO também parecem estar envolvidas na regulação da biogênese mitocondrial induzida pelo exercício via receptor ativado por proliferador de peroxissoma-coativador-1- α (PGC-1 α). Embora vários locais potenciais de EROs e produção de radicais livres no músculo esquelético durante o exercício tenham sido sugeridos, a fonte primária de produção ainda não foi identificada definitivamente. Além disso, o estresse oxidativo induzido pelo exercício também pode ser desencadeado em outros tecidos, sugerindo que outros tecidos além do músculo esquelético também devem ser examinados como fontes potenciais de EROs e produção de radicais livres durante o exercício (KAWAMURA; MURAOKA, 2018).

A produção de EROs induzida pelo exercício físico é uma importante via de sinalização para induzir adaptações biológicas ao treinamento. No entanto, a produção de EROs também pode ter um impacto deletério nas células e tecidos, ao induzir a peroxidação lipídica e proteica (CARNEVALE *et al.*, 2014). Estudos destacaram variáveis importantes que influenciam a produção de EROs e os sistemas de defesa antioxidante, como duração e intensidade do exercício (BLOOMER *et al.*, 2007; GOTO *et al.*, 2003; GOTO *et al.*, 2007), idade (BLOOMER *et al.*, 2005), *status* de treinamento (BLOOMER *et al.*, 2007; McANULTY *et al.*, 2005; SACHECK *et al.*, 2006) e ingestão alimentar (WATSON *et al.*, 2005). O efeito benéfico ou prejudicial do estresse oxidativo induzido pelo exercício depende da concentração de EROs, duração da exposição e *status* do treinamento do indivíduo (NOCELLA *et al.*, 2019). As concentrações nas quais ocorre a mudança de seus efeitos vantajosos para prejudiciais não são conhecidas (FEDOROVA; BOLLINENI; HOFFMANN, 2014).

A prática regular e moderada de atividade física aeróbica a longo prazo protege contra o estresse oxidativo devido à resposta adaptativa e favorece a produção de EROs e enzimas antioxidantes, sem causar danos significativos às macromoléculas, aumentando assim a tolerância às EROs sem perdas significantes de função em uma pré-condição mediada pelo exercício via EROs (NOCELLA *et al.*, 2019). De fato, foi demonstrado que o exercício regular/moderado induz a defesa antioxidante, aumentando a atividade de enzimas antioxidantes endógenas, como SOD, GPx e CAT (KNEZ *et al.*, 2014; MASTALLOUDIS *et al.*, 2001). Por outro lado, a exposição prolongada e intensa à atividade física pode aumentar a produção de EROs e pode resultar em danos oxidativos aos constituintes celulares (ALESSIO;

GOLDFARB, 1988; DAVIES *et al.*, 1982; DUTHIE *et al.*, 1990), gerando níveis muito mais altos de radicais livres que dominam as defesas antioxidantes celulares, levando à carbonilação de proteínas, danos ao DNA e oxidação do ácido ribonucleico (RNA, do inglês, *Ribonucleic acid*), sugerindo que os radicais livres contribuem para a fadiga muscular. Entretanto, a eliminação do excesso de EROs por meio de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos atrasa a fadiga muscular (ANZUETO *et al.*, 1992; BARCLAY; HANSEL, 1991). Outro fator importante na produção de EROs é o tipo de exercício: o exercício aeróbico tende a aumentar a produção de peróxidos devido ao aumento do consumo de O₂, enquanto o exercício anaeróbico produz menos peróxidos (BLOOMER *et al.*, 2005).

A fonte exata de estresse oxidativo sistêmico após o exercício não é bem conhecida. No entanto, devido à proporção substancial de massa corporal constituída pelo músculo esquelético, propõe-se que o músculo esquelético, as células vasculares, as células endoteliais e/ou as células sanguíneas que residem no tecido esquelético sejam os principais contribuintes para as EROs induzidas pelo exercício (JACKSON; VASILAKI; McARDLE, 2016).

Durante o exercício, EROs são produzidas pelo músculo esquelético a partir de uma variedade de fontes, incluindo; fosfolipase A2 e fontes enzimáticas como NADPH oxidase e xantina oxidase (REID, 2016). As EROs são importantes moléculas de sinalização e têm sido implicadas em aumentos mediados por contração na captação de glicose muscular e no controle do fluxo sanguíneo do músculo esquelético. Por exemplo, peróxido de hidrogênio demonstrou causar vasodilatação no exercício muscular (DURAND *et al.*, 2015). Parece que sob condições de baixo estresse oxidativo e perturbação redox, ou seja, durante o repouso ou exercício de baixa intensidade, as EROs promovem vasodilatação e hiperemia ideais no músculo em exercício. Por outro lado, o desenvolvimento excessivo de EROs derivados durante o exercício físico intenso pode prejudicar o fluxo sanguíneo e a capacidade vasodilatadora (POWERS; TALBERT; ADHIHETTY, 2011; REID, 2016).

Em suma, os benefícios do exercício físico regular para a saúde são indiscutíveis. Os músculos esqueléticos em repouso e em contração produzem EROs e ERNs. Baixos níveis fisiológicos de EROs são gerados nos músculos para manter o tônus e a contratilidade normais, porém a geração excessiva de EROs prejudica o manuseio e a sensibilidade do cálcio, resultando em redução do desenvolvimento da força contrátil, levando à fadiga muscular e prejudicando, assim, o desempenho do exercício (POWERS; JACKSON, 2008; POWERS; TALBERT; ADHIHETTY, 2011; REID, 2016).

2.3. FADIGA MUSCULAR E DESEMPENHO

A fadiga pode ser definida como uma redução na capacidade de geração de força do sistema neuromuscular que ocorre durante a atividade sustentada (BIGLAND-RITCHIE *et al.*, 1983), às vezes associada a um aumento na percepção do esforço necessário para exercer uma força desejada (ENOKA; STUART, 1992). Uma definição comumente aceita de fadiga é a de Gandevia (2001), que a definiu como “qualquer redução induzida pelo exercício na capacidade de um músculo gerar força ou potência; tem causas periféricas e centrais”. A fadiga periférica é produzida por alterações na junção neuromuscular distal. A fadiga central se origina no sistema nervoso central, que diminui o impulso neural para o músculo (BIGLAND-RITCHIE *et al.*, 1978; GANDEVIA, 2001).

A fadiga muscular induzida pelo exercício deve ser claramente delineada da fadiga no estágio de repouso (fadiga anterior ao exercício), que pode ser causada por fatores semelhantes ou outros que não a fadiga muscular induzida pelo exercício. A fadiga muscular induzida pelo exercício é definida como uma perda reversível da força muscular (contratilidade muscular) durante o trabalho ao longo do tempo (fadiga muscular periférica durante o exercício) (GOSKER; SCHOLS, 2008; RAINOLDI *et al.*, 2008).

Os mecanismos subjacentes ao desenvolvimento da fadiga muscular são altamente debatidos e complexos (ALLEN *et al.*, 2008; CAIRNS; LINDINGER, 2008; McKENNA *et al.*, 2008; MacINTOSH; SHAHI, 2011). Assim, o desenvolvimento da fadiga pode envolver vários fatores de interação e depende da modalidade de exercício e das diferenças interindividuais (KNICKER *et al.*, 2011), com taxas variáveis de recuperação. A fadiga muscular induzida pelo exercício pode ocorrer logo após o início do exercício (fadiga muscular aguda) ou após um exercício constante de alta intensidade ter sido realizado por um período prolongado de tempo (fadiga induzida pelo exercício retardado), que é caracterizada pelo cansaço somente após uma duração mais longa de exercício constante. A fadiga muscular aguda é geralmente máxima imediatamente após o exercício. A fadiga muscular induzida pelo exercício pode se desenvolver sob um exercício de intensidade submáxima e máxima (FINSTERER, 2012).

A fadiga muscular deve ser delineada a partir da sensação de cansaço. A fadiga muscular que se desenvolve durante o exercício aeróbico submáximo não é necessariamente refletida por uma sensação de cansaço, mas por uma capacidade reduzida de desenvolver força. A produção da força muscular esquelética depende de mecanismos contráteis, e a falha destes pode contribuir para o desenvolvimento da fadiga muscular, incluindo sistemas nervoso, vascular e energético (KENT-BRAUN; FITTS; CHRISTIE, 2012). Especificamente, fatores

metabólicos e reagentes à fadiga durante o processo de contração, como íons hidrogênio (H^+), lactato, fosfato inorgânico, EROs, proteína de choque térmico e orosomucóide, também afetam a fadiga muscular (WAN *et al.*, 2017). A recuperação da fadiga é definida como a taxa na qual a função muscular retorna à linha de base após se cansar (FINSTERER, 2012).

Os biomarcadores de fadiga muscular periférica podem ser categorizados de acordo com o tipo de exercício ou carga de trabalho realizada (curto ou longo prazo, exercício aeróbico ou exercício anaeróbico, ou ambos) (SIMPSON *et al.*, 2007); ou de acordo com o atraso antes de serem detectados após o início ou descontinuação do exercício (STENHOLM *et al.*, 2010).

A classificação mais plausível dos biomarcadores de fadiga muscular segue os mecanismos de fadiga e as alterações metabólicas durante a fadiga. Como não há uma causa única de fadiga muscular, também não existe um único biomarcador para avaliar a fadiga muscular. Estudos que avaliaram mais de um biomarcador durante o declínio da força muscular mostraram que vários biomarcadores catabólicos elevados são um melhor preditor de fadiga muscular do que um único biomarcador (STENHOLM *et al.*, 2010).

Inicialmente, acreditava-se que a acidose era a principal causa de fadiga muscular (WESTERBLAD; BRUTON; LÄNNERGRÉN, 1997). Entretanto, verificou-se que não existe um mecanismo único, mas vários mecanismos de fadiga, dentre os quais os mais importantes incluem: acidose e depleção de adenosina trifosfato (ATP) devido ao aumento do consumo ou à diminuição da provisão, refletida pelos biomarcadores de lactato sérico, amônia e oxipurinas; e superprodução de EROs, refletidas por biomarcadores de peroxidação lipídica, biomarcadores de peroxidação de proteínas e biomarcadores de capacidade antioxidante (FINSTERER, 2012).

Dentre os biomarcadores para avaliação da fadiga muscular, destaca-se o lactato, o qual tem sido utilizado em estudos envolvendo protocolos de ciclismo (COOK *et al.*, 2015; GARNACHO-CASTAÑO *et al.*, 2018; MORGAN; BARTON; BOWTELL, 2019; LIAO *et al.*, 2019; SASSI *et al.*, 2006; SHAW *et al.*, 2019). A hipótese do ácido láctico para fadiga muscular afirma que “o acúmulo de lactato ou acidose no músculo em funcionamento causa inibição dos processos contráteis, diretamente ou via metabolismo, resultando em diminuição do desempenho do exercício” (CAIRNS, 2006). A acidose pode prejudicar a função das propriedades contráteis, reduzindo: (a) liberação e recaptção sarcoplasmática de Ca^{2+} , (b) sensibilidade miofibrilar ao Ca^{2+} (KOHMOTO *et al.*, 1990), (c) atividade da ATPase (WOODWARD; DEBOLD, 2018) e enzimas-chave da glicólise, como fosfofrutoquinase e fosforilase (PAROLIN *et al.*, 1999).

Devido à natureza invasiva das medidas de lactato no músculo, as medidas de lactato no sangue são usadas como um método prático de estimativa do *status* ácido-base no músculo.

Isso pressupõe que o lactato sanguíneo reflete o lactato muscular, embora nem sempre seja esse o caso, especialmente durante exercícios intensos e intermitentes, onde o efluxo de lactato do músculo em funcionamento e a distribuição de lactato para outros músculos ou tecidos são desequilibrados (JUEL, 2008).

O limiar de lactato, que é definido como a intensidade do exercício na qual uma certa concentração de lactato está no sangue, está associado ao processo de fadiga, pois acima dessa intensidade do exercício o lactato sanguíneo é rapidamente acumulado e isso pode refletir aumentos na acidez muscular e rápida depleção de glicogênio por glicólise anaeróbica (BENEKE; LEITHAUSER; OCHENTEL, 2011). É importante ressaltar que outros fatores, como nutrição antes do teste, são importantes quando o lactato sanguíneo é usado para fins de monitoramento. Por exemplo, exercícios anteriores que diminuem os níveis de glicogênio (LIMA-SILVA *et al.*, 2013) ou uma dieta rica em carboidratos (MAUGHAN *et al.*, 1997) podem influenciar a concentração de lactato no sangue e o momento da obtenção dos limiares predefinidos.

Por outro lado, uma maneira simples de avaliar a resistência à fadiga é comparar a força máxima que um músculo (grupo) pode gerar após a atividade contrátil com a força/potência que o músculo poderia gerar antes do início da atividade contrátil (BURKE *et al.*, 1973) como, por exemplo, o índice de fadiga. O índice de fadiga informa a queda percentual em potência produzida no pico de potência até a potência mínima, produzida nos últimos 5 segundos (DOTAN, 2006). A potência máxima (pico de potência) representa a eficiência do sistema anaeróbico alático, sendo expressa em *Watts* (W), onde 1 W equivale a 6,12 kg-m/min e é calculada através da Força X Distância (número de revoluções X distância por revolução)/Tempo em minutos (McARDLE *et al.*, 2003). Os mesmos autores consideram este parâmetro como fadiga anaeróbica, que informa o declínio percentual no rendimento da potência máxima durante o teste, sendo calculado por meio da potência máxima – potência mínima (potência mínima em 5 s)/(potência máxima) X 100. Assim como mencionado para o lactato, a avaliação do índice de fadiga também tem sido utilizada em estudos envolvendo protocolos de ciclismo (ANDERSON; LEGRAND; McCART, 2018; CUENCA *et al.*, 2018; CUNNIFFE *et al.*, 2016; WARNOCK *et al.*, 2017).

A fadiga é um fenômeno complexo ou mesmo um conjunto de fenômenos que influencia o desempenho do exercício, com graus de influência distintos, dependendo do tipo do exercício físico (ABBISS; LAURSEN, 2005). Em exercícios do tipo aeróbico, como é o caso do ciclismo, foco deste estudo, os fatores determinantes do desempenho compreendem

elementos como, por exemplo, os limiares relacionados à resposta do lactato sanguíneo ao exercício.

2.4. CICLISMO, ESTRESSE OXIDATIVO, FADIGA MUSCULAR E DESEMPENHO

O ciclismo é uma modalidade esportiva que iniciou em meados do século XVIII, na Inglaterra, assim que os aprimoramentos na fabricação da bicicleta possibilitaram o alcance de maiores velocidades (VIEIRA; FREITAS, 2007). Desde a primeira edição dos Jogos Olímpicos da Era Moderna, em Atenas 1896, faz parte do programa Olímpico (COB, 2019).

No Brasil, logo que construído o Velódromo Nacional no Rio de Janeiro, em 1892, deu-se o início ao ciclismo em forma de competição (JESUS, 1999). A primeira prova foi realizada em 1895, na inauguração de um velódromo precário no Parque do Ibirapuera em São Paulo, marcando a difusão da modalidade nos maiores centros do país (VIEIRA; FREITAS, 2007).

No contexto esportivo, o ciclismo é considerado uma das mais duras e complexas modalidades, devido, inclusive, à multiplicidade de fatores que seu estudo envolve, como fatores técnicos, fisiológicos, tecnológicos e ambientais, uma vez que esses relacionam-se quando se busca entender as adaptações e as demandas características da modalidade (VERBRUGGEN; FOREWORDS, 2000).

Existem quatro modalidades de ciclismo, com características distintas, e cada modalidade possui alguns tipos de provas. O ciclismo de estrada possui dois tipos de provas, a de resistência e o contrarrelógio; a BMX ou bicicross (versão ciclística do motocross) possui apenas uma prova, a de corrida em pistas com saltos e obstáculos; a de pista, que é a categoria que possui dez diferentes tipos de prova; e *mountain bike*, que possui apenas um tipo de prova, a *cross-country* (COB, 2019; JEUKENDRUP, 2000).

Em termos de velocidade, a evolução das provas de ciclismo ocorre por volta de 0,5 a 1% ao ano, sendo que um ciclista leva aproximadamente 8 ± 2 anos para atingir o pico de produção, aos 25 ± 2 anos de idade em média (NEUMANN, 2000). Os ciclistas profissionais treinam aproximadamente 5 h por dia e a quilometragem percorrida por semana varia entre 700 e 1.000 km, ao passo que para ciclistas amadores é de 400 a 600 km (ROSA, 2008).

Os primeiros relatos de estudo sobre nutrição e ciclismo datam 1939, onde foi mostrada a importância da ingestão de carboidratos para a melhoria e/ou manutenção do desempenho (CHRISTENSEN; HANSEN, 1939), sendo as provas de ciclismo de estrada as mais analisadas nos estudos nutricionais (ROSA, 2008).

No tocante à relação entre protocolos de ciclismo e estresse oxidativo, Hellsten, Apple e Sjödin (1996), avaliaram 11 indivíduos do sexo masculino que realizaram um treinamento que consistia em *sprints* máximos de ciclismo de 10 s de duração, repetidos 15 vezes com 50 s de descanso entre cada *sprint*. O treinamento foi realizado três vezes por semana durante 6 semanas, seguido de treinamento duas vezes por dia durante sete dias consecutivos. Biópsias musculares em repouso foram obtidas do músculo vasto lateral antes de todos os testes; 24 h após o término do período de treinamento de 6 semanas; e 3, 24 e 72 h após uma semana adicional de treinamento mais frequente para análise da atividade antioxidante das enzimas GPx, GR e SOD. Após o primeiro período de treinamento de 6 semanas, nenhuma alteração na GPx, GR ou SOD foi observada, mas após a sétima semana de treinamento, houve um aumento na GPx e GR. Não houve mudança significativa na SOD.

Outro estudo avaliou oito indivíduos do sexo masculino que realizaram uma etapa de ciclismo de montanha (171 km). Amostras de sangue foram coletadas antes da etapa de ciclismo, imediatamente após, 3 h após o término da etapa e na manhã do dia seguinte. A etapa de ciclismo de montanha induziu aumentos significativos nas atividades de CAT e GR. Foram observadas reduções significativas na atividade da GPx e a GSSG no sangue e o ácido úrico sérico aumentaram após a etapa. A vitamina E plasmática aumentou após a etapa de ciclismo, entretanto, apresentou valores abaixo das concentrações basais após 3 h de recuperação. A etapa de ciclismo de montanha induziu o estresse oxidativo, como foi evidenciado pelos aumentos de GSSG no sangue, nas concentrações séricas de urato e pela redução da atividade da enzima antioxidante GPx. Foi evidenciada uma utilização específica do α -tocoferol contra o estresse oxidativo durante a recuperação (AGUILÓ *et al.*, 2005).

Além dos estudos citados acima, outros realizados com protocolos de ciclismo avaliaram o uso de estratégias alimentares e a relação com o estresse oxidativo, como, por exemplo, o estudo de McAnulty e colaboradores (2011). O estudo avaliou o efeito de flavonoides mistos, ácidos graxos ω -3 e vitamina C no estresse oxidativo e na capacidade antioxidante antes e após o ciclismo intenso em 39 homens e 7 mulheres treinados, indicando que a combinação de flavonoides e antioxidantes com ácidos graxos ω -3 é eficaz na redução do aumento imediato pós-exercício do marcador de peroxidação lipídica F2-isoprostanos e que esse efeito ocorreu independentemente das alterações na capacidade antioxidante do plasma.

Em investigação que examinou o impacto do concentrado de cereja azeda Montmorency no estresse oxidativo em 16 ciclistas treinados foi observada atenuação do marcador de hidroperóxidos lipídicos, sugerindo que a cereja azeda Montmorency pode ser

eficaz no combate às cascatas oxidativas pós-exercício que podem contribuir para a ruptura celular (BELL *et al.*, 2014).

Para a avaliação da fadiga no ciclismo, diversos estudos têm sido conduzidos com diferentes modelos experimentais, os quais possuem pontos positivos e limitações, considerando a multiplicidade do movimento humano. Dentre esses modelos pode-se citar: (a) cardiovascular: redução da oferta de oxigênio; (b) ressíntese de energia: falha na ressíntese de ATP; (c) trauma muscular: acúmulo de resíduos metabólicos devido à microlesão no tecido muscular, implicando na redução da capacidade contrátil; (d) termorregulação: inibição da ativação muscular por mecanismo de controle devido ao aumento da temperatura corporal central; (e) motivacional: inibição da capacidade contrátil por aumento da percepção subjetiva de esforço; (f) controle central: possível redução no volume de sangue cerebral levando à inibição da ativação muscular; (g) complexo de fadiga: controle subconsciente da ativação muscular com fins de proteção do organismo (ABBIS; LAURSEN, 2005).

Um dos modelos para avaliação da fadiga no ciclismo em relação à carga de trabalho é o teste com carga constante até a exaustão, caracterizado por uma intensidade previamente estabelecida, sendo sustentada pelo maior tempo possível (JEUKENDRUP *et al.*, 1996). Os testes com carga constante até a exaustão são amplamente utilizados em estudos que mensuram o desempenho físico (PASSFIELD; COAKLEY, 2014). Contudo, a validade ecológica do uso dos testes com carga constante até a exaustão para avaliar o desempenho de resistência tem sido questionada (JEUKENDRUP; CURRELL, 2005). Por exemplo, Marino (2012) e Tucker *et al.* (2006) sugerem que os ciclistas raramente mantêm uma potência constante para exaustão na competição. Entretanto, muitos atletas utilizam em suas rotinas de treinamentos exercícios de carga constante até a exaustão (GRAHAM, 2001). Além disso, os protocolos de teste com carga constante até a exaustão apresentam maior sensibilidade decorrente de intervenção experimental no desempenho (AMANN; HOPKINS; MARCORA, 2008; HOPKINS; SCHARBOT; HAWLEY, 2001) e são uma medida útil de desempenho no laboratório (COAKLEY; PASSFIELD, 2018).

O ciclismo é uma modalidade esportiva onde os treinos e provas são de longos percursos e duração e, ainda, com variados graus de dificuldade e intensidade. Assim, é considerado um esporte de grande exigência física e nutricional, sendo a nutrição uma ferramenta essencial dentro da prática esportiva (LOVATO; VUADEN, 2015).

2.5. EFEITOS DAS ANTOCIANINAS SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO, FADIGA E DESEMPENHO DO EXERCÍCIO

Os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício, incluindo aqueles envolvendo protocolos de ciclismo, já foram evidenciados em 42 estudos, sendo estes sumarizados no Quadro 2.

Dentre esses estudos, 29 avaliaram biomarcadores de estresse oxidativo, 3 avaliaram variáveis relacionadas à fadiga e 22 avaliaram variáveis de desempenho. Os frutos utilizados foram: groselha negra (12), cereja (11), uva (5), romã (4), mirtilo (3), açaí (3), *chockeberry* (2), fruto juçara (1) e *haskap berry* (1). A forma de consumo foi: cápsula(s) (17), suco concentrado (14), em pó (3), suco fresco congelado (2), suco fresco (1), *smoothie* fresco congelado (1), purê fresco congelado (1), polpa (1), mistura de suco concentrado, suco em pó e extrato (1) e fruto inteiro (1). Quanto à estratégia de consumo, 27 estudos ofertaram a intervenção em apenas uma dose ao dia, enquanto 15 estudos ofertaram a intervenção em múltiplas doses diárias. Em relação ao tempo de duração, 17 estudos tiveram duração < 2 semanas, 16 estudos de 2 a 6 semanas e 9 estudos > 6 semanas. No que concerne aos desfechos, 21 estudos encontraram melhorias em biomarcadores de estresse oxidativo, 17 mostraram melhora nas variáveis relacionadas ao desempenho e 3 demonstraram melhora da tolerância à fadiga, independente da duração. Nestes estudos, a quantidade de antocianinas administrada variou de 11,71 a 3450 mg/dia.

Especificamente em relação aos estudos envolvendo protocolos de ciclismo, 6 encontraram melhorias nas variáveis relacionadas ao desempenho, 3 mostraram melhorias em biomarcadores de estresse oxidativo e 1 demonstrou menor índice de fadiga. Nestes estudos, a quantidade de antocianinas administrada variou de 73 a 547 mg/dia (Quadro 3).

Quadro 2 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continua).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
AMMAR <i>et al.</i> , 2017 – Tunísia	9 H, treinados	< 2 semanas	Romã, suco fresco congelado	MD: 3x – 250 mL + 500 mL 1 h antes do exercício Não reportado	Levantamento de peso olímpico - 5 séries de cada exercício, 2 séries de 3 repetições a 85% de 1RM e 3 séries de repetições a 90% de 1 RM	EO: MDA, CAT, GPx, ácido úrico e bilirrubina total	↓ MDA ↑ CAT ↑ GPx ↑ Ácido úrico ↑ Bilirrubina total
BELL <i>et al.</i> , 2014 – Reino Unido	16 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	MD: 2x – 30 mL + 100 mL de água 547 mg de ACN	Intervalos de ciclismo de alta intensidade, > 60 minutos	EO: Hidroperóxidos lipídicos	↓ Hidroperóxidos lipídicos
BELL <i>et al.</i> , 2015 – Reino Unido	16 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	MD: 2x – 30 mL + 100 mL de água 552 mg de ACN	Intervalos de ciclismo de alta intensidade, > 60 minutos	EO: Hidroperóxidos lipídicos	→ Hidroperóxidos lipídicos
BELL <i>et al.</i> , 2016 – Reino Unido	16 H, treinados	2 – 6 semanas	Cereja, suco concentrado	MD: 2x – 30 mL + 100 mL de água 264,6 mg de ACN	Sprint de 20 m, exercícios de agilidade, extensão de joelhos, < 60 minutos	EO: Hidroperóxidos lipídicos	→ Hidroperóxidos lipídicos

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; EO, estresse oxidativo; GPx, glutathione peroxidase; H, homens; MD, múltiplas doses diárias; MDA, malondialdeído; RM, repetição máxima; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem alterações comparado ao grupo controle.

Quadro 2 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e <i>status</i> de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
BLOEDON <i>et al.</i> , 2015 – Estados Unidos	8 H, não treinados	> 6 semanas	Mirtilo, purê fresco congelado	UD: 300 g 26 mg de ACN	Caminhada rápida em esteira em 1 h - 70% VO _{2máx}	EO: SOD-Mn	Tendência de ↓ da SOD-Mn 30 minutos após o exercício, antes de retornar à concentração basal 6 h pós-exercício
BOWTELL <i>et al.</i> , 2011 – Reino Unido	10 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	MD: 2x – 30 mL + 100 mL de água 547 mg de ACN	Extensão de joelho unilateral com 80% de 1 RM	EO: PC e TAS	↓ PC → TAS
BRAAKHUIS; HOPKINS; LOWE, 2014 – Nova Zelândia	23 M, treinadas	> 6 semanas	Groselha Negra, mistura de suco concentrado, suco em pó e extrato	MD: 2x – 250 mL 300 mg de ACN	Teste de corrida incremental (3 blocos de treinamento de alta intensidade por 3 semanas) e contrarrelógio de 5 km	EO: SOD, GPx, CAT, ácido úrico, PC, MDA D: Contrarrelógio	EO: ↓ CAT ↑ Ácido úrico (porém pode estar relacionado ao ciclo menstrual) D: ↑ Aumento na velocidade de pico
CARVALHO-PEIXOTO <i>et al.</i> , 2015 – Brasil	14 H, treinados	< 2 semanas	Açaí, suco liofilizado	UD: 300 mL 27,6 mg de ACN	Corrida na esteira - 90% VO _{2máx}	EO: MDA e GPx	↓ MDA → GPx

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; GPx, glutatona peroxidase; H, homens; M, mulheres; MD, múltiplas doses diárias; MDA, malondialdeído; PC, proteínas carboniladas; RM, repetição máxima; SOD, superóxido dismutase; SOD-Mn, superóxido dismutase de manganês; TAS, *total antioxidant status*/ estado antioxidante total; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e status de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
CLIFORD; MITCHELL; SCOTT, 2013 – Reino Unido	9 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, liofilizada	UD: 1 cápsula Não reportado	Quatro estágios de 5 minutos com saída de potência máxima de 40%, 50%, 60% e 70% (W max), seguidos por um contrarrelógio de 20 km	D: Lactato e contrarrelógio	→ Lactato → Contrarrelógio
COOK <i>et al.</i> , 2015 – Reino Unido	4 H, treinados	2 – 6 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 1 cápsula 105 mg de ACN	30 minutos de ciclismo (3 × 10 minutos a 45, 55 e 65% do VO _{2máx}), seguido de um contrarrelógio de 16,1 km	D: Lactato e contrarrelógio	↑ Lactato ↓ Tempo total para concluir o contrarrelógio de 16,1 km
COPETTI <i>et al.</i> , 2020 – Brasil	15 H, fisicamente ativos	< 2 semanas	Juçara, suco concentrado	UD: 250 mL 185 mg de ACN	HIIT: 7 séries de ciclismo de alta intensidade com duração de 60 s e carga de trabalho correspondente a 100% da potência pico obtida no teste incremental máximo com intervalo de 75 s de recuperação ativa (30 W)	EO: Fenóis totais, ácido úrico, GSH, GSSG, GSH:GSSG, TAC, TOS, IEO, PC, GPx, SOD e CAT F: Índice de fadiga	EO: ↑ GSH ↓ IEO ↑ Fenóis totais e ácido úrico (ao longo do tempo) F: ↓ Índice de fadiga

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; F, fadiga; GPx, glutatona peroxidase; GSH, glutatona reduzida; GSSG, glutatona oxidada; H, homens; HIIT, *high-intensity interval training*/ treinamento intervalado de alta intensidade; IEO: índice de estresse oxidativo; PC, proteínas carboniladas; SOD, superóxido dismutase; TAC, *total antioxidant capacity*/ capacidade antioxidante total; TOS, *total oxidant status*/ estado oxidante total; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
FUSTER-MUÑOZ <i>et al.</i> , 2016 – Espanha	20 H, treinados	2 – 6 semanas	Romã, suco fresco	UD: 200 mL 11,71 mg de ACN	Programa de treinamento de resistência (critérios mínimos > 1 h – 3x/semana)	EO: PC e MDA	→ PC ↓ MDA
GODWIN <i>et al.</i> , 2017 – Reino Unido	24 H, treinados	> 6 semanas	Groselha Negra, extrato	MD: 2x – 1 cápsula Não reportado	Teste de Corrida Anaeróbica Baseada em Corrida (sprints de 6 × 35 m com recuperação passiva de 10 s)	D: Desempenho do Sprint F: Índice de fadiga	D: ↓ da desaceleração do sprint 5 F: Forte tendência de ↓ do índice de fadiga
GONÇALVES <i>et al.</i> , 2011 – Brasil	10 H, treinados	2 – 6 semanas	Uva, suco concentrado	UD: 300 mL Não reportado	Treino de triatlo - ciclismo de 30 km, corrida de 7 km e natação de 2 km/d	EO: Ácido úrico e SOD	↑ Ácido úrico ↓ SOD
HOWATSON <i>et al.</i> , 2010 – Reino Unido	13 H, 7 M treinados	< 2 semanas	Cereja, suco fresco congelado	MD: 2x – 8 oz (~ 236 mL) 80 mg de ACN	Maratona	EO: Ácido úrico, TAS, TBARS e PC	→ Ácido úrico ↑ TAS → TBARS → PC

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; F, fadiga; H, homens; M, mulheres; MD, múltiplas doses diárias; MDA, malondialdeído; PC, proteínas carboniladas; SOD, superóxido dismutase; TAS, *total antioxidant status*/ estado antioxidante total; TBARS, *thiobarbituric acid reactive substances*/ substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico; UD, única dose diária; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
HOWATSON <i>et al.</i> , 2022 – Reino Unido	30 H, fisicamente ativos	< 2 semanas	Haskap berry, pó	UD: 6 g ~24,9 mg/g, (~150 mg/dose) de ACN	Desempenho submáximo, máximo e contrarrelógio de 5 km de corrida	D: Tempo até a exaustão e contrarrelógio de 5 km corrida	↑ Tempo até a exaustão ↑ Desempenho do contrarrelógio de 5 km
HURST <i>et al.</i> , 2019 – Nova Zelândia	32*, fisicamente ativos	< 2 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 0,8, 1,6 ou 3,2 mg/kg (1 a 2 cápsulas) 34% de ACN	30 minutos de remo a 70% VO _{2máx}	EO: Capacidade oxidativa plasmática, PC e FRAP	↓ Capacidade oxidativa plasmática ↓ PC → FRAP
HURST <i>et al.</i> , 2020 – Nova Zelândia	21 H, 13 M, fisicamente ativos	2 – 6 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 2 cápsulas 240 mg ou 34% de ACN	30 minutos de remo a 70% VO _{2máx}	EO: MDA, Capacidade de geração de EROs plasmática, capacidade de geração de superóxido plasmático, FRAP	↓ MDA ↓ Capacidade de geração de EROs plasmática, ↑ Capacidade de geração de superóxido → FRAP

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; EROs, espécies reativas de oxigênio; FRAP, *ferric reducing antioxidant power*/ poder antioxidante redutor férrico; H, homens; M, mulheres; MDA, malondialdeído; PC, proteínas carboniladas; TAS, *total antioxidant status*/ estado antioxidante total; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/s sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle. *Os autores não especificam o sexo dos participantes do estudo piloto.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
KEANE <i>et al.</i> , 2018 – Reino Unido	10 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	UD: 60 mL + 100 mL de água 73 mg de ACN	6 minutos de ciclismo de intensidade moderada e severa, seguido imediatamente por um sprint de 60 s com esforço máximo	D: Tempo para exaustão e potência pico	→ Tempo para exaustão ↑ Potência pico nos primeiros 20 s e do trabalho total concluído durante o sprint total de 60 s após o ciclismo de intensidade severa de 6 minutos
LAFAY <i>et al.</i> , 2009 – FRANÇA	20 H, treinados	> 6 semanas	Uva, extrato	MD: 2x – 1 cápsula Não reportado	3 saltos verticais únicos sucessivos, começando de uma posição de repouso, a qual os indivíduos foram instruídos a pular o mais alto possível, mantendo as mãos nos quadris durante o salto, começando com os joelhos dobrados a 90°	EO: ORAC, FRAP, LDL oxidada, SOD, GPx, CAT, Vitamina E, Vitamina C e isoprostanos urinários D: Desempenho físico total e potência explosiva	EO: ↑ ORAC → FRAP → LDL oxidada → SOD, GPx e CAT ↑ Vitamina E → Vitamina C → Isoprostanos urinários D: ↑ Desempenho físico total ↑ Potência explosiva

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; FRAP, *ferric reducing antioxidant power*/ poder antioxidante redutor férrico; GPx, glutatona peroxidase; H, homens; LDL, *low-density lipoprotein*, lipoproteína de baixa densidade; MD, múltiplas doses diárias; ORAC, *oxygen radical absorbance capacity*/ capacidade de absorvância do radical de oxigênio; SOD, superóxido dismutase; TBARS, *thiobarbituric acid reactive substances*/ substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico; UD, única dose diária; ↑ aumento; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
LEVERS <i>et al.</i> , 2015 – Estados Unidos	23 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, liofilizada	UD: 480 mg – 1 cápsula 40 mg de ACN	Contração voluntária máxima isocinética (10 séries x 10 repetições a 70% 1RM de agachamento com barra - Smith)	EO: SOD, TAS, TBARS e Nitrotirosina	→ SOD → TAS → TBARS → Nitrotirosina
LEVERS <i>et al.</i> , 2016 – Estados Unidos	18 H, 9 M treinados	< 2 semanas	Cereja, liofilizada	UD: 480 mg – 1 cápsula 66 mg de ACN	Corrida de meia maratona	EO: SOD, TAS, TBARS e Nitrotirosina D: Tempo de corrida	EO: → SOD ↑ TAS → TBARS → Nitrotirosina D: Tempos de chegada da meia maratona 13% mais rápidos e tendência a apresentar desvios menores do ritmo de corrida previsto
MAZANI <i>et al.</i> , 2014 – Irã	14 H, treinados	2 – 6 semanas	Romã, suco concentrado	UD: 240 mL Não reportado	Esteira até a exaustão com frequência cardíaca máxima de 70%	EO: GPx, SOD, TAC e MDA	↑ GPx ↑ SOD ↑ TAC ↓ MDA

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; GPx, glutathione peroxidase; H, homens; M, mulheres; MDA, malondialdeído; RM, repetição máxima; SOD, superóxido dismutase; TAC, *total antioxidant capacity*/ capacidade antioxidante total; TAS, *total antioxidant status*/ estado antioxidante total; TBARS, *thiobarbituric acid reactive substances*/ substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico; UD, única dose diária; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
McANULTY <i>et al.</i> , 2011 – Estados Unidos	25 H, treinados	2 – 6 semanas	Mirtilo, fruto inteiro	UD: 250 g + 375 g antes do teste Não reportado	Corrida em esteira de 2,5 h – 72% VO _{2máx}	EO: F ₂ -Isoprostanos, bases nucleicas oxidadas (RNA e DNA) e FRAP	↓ F ₂ -Isoprostanos ↓ RNA → DNA → FRAP
McCORMICK <i>et al.</i> , 2016 – Estados Unidos	9 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	MD: 1x – 30 mL + 100 mL de água + 1x – 60 mL + 200 mL de água 825,3 mg de ACN	Testes de potência baseados em natação	EO: Ácido úrico e F ₂ -Isoprostanos D: Salto vertical na água, teste de sprint de 10 m, teste de sprint de repetição e teste intermitente de polo aquático	Sem diferenças comparado ao grupo controle
McLEAY <i>et al.</i> , 2012 – Nova Zelândia	10 M, treinadas	< 2 semanas	Mirtilo, smoothie fresco congelado	MD: 3x – 200 g + 50 g de banana + 200 mL de suco de maçã – no dia de cada teste; UD: 2 dias após o teste 96,6 – 289,8 mg de ACN	300 extensões excêntricas de joelho	EO: PC, potencial de geração de espécies de oxigênio radical e FRAP	→ PC ↓ Potencial de geração de espécies de oxigênio radical ↑ FRAP

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; DNA, *deoxyribonucleic acid*, ácido desoxirribonucleico; EO, estresse oxidativo; FRAP, *Ferric Reducing Antioxidant Power*/ Poder Antioxidante Redutor Férrico; H, homens; M, mulheres; MD, múltiplas doses diárias; PC, proteínas carboniladas; RNA, *ribonucleic acid*/ ácido ribonucleico; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e <i>status</i> de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
MONTANARI; BLACKER; WILLEMNS, 2023 – Reino Unido	26 H, 8 M treinados	< 2 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 3 cápsulas 900 mg de ACN	Contrarrelógio de 16,1 km	D: Contrarrelógio e potência	→ Tempo total para concluir o contrarrelógio de 15 km No entanto, quando os participantes foram divididos entre ciclistas mais rápidos e mais lentos foi observada apenas nos mais lentos que a potência e a velocidade foram maiores no km 12 em comparação com o placebo → Potência
MORGAN; BARTON; BOWTELL, 2019 – Reino Unido	8 H, treinados	2 – 6 semanas	Cereja, liofilizada	MD: 6 cápsulas 257 mg de ACN	10 minutos de ciclismo em estado estacionário a ~ 65% $\dot{V}O_{2pico}$ seguido de um contrarrelógio de 15 km	D: Lactato e contrarrelógio	↑ Lactato ↓ Tempo total para concluir o contrarrelógio de 15 km

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; H, homens; M, mulheres; MD, múltiplas doses diárias; UD, única dose diária; $\dot{V}O_{2pico}$, pico de consumo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
MURPHY, COOK; WILLEMS, 2017 – Reino Unido	10 H, treinados	2 – 6 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 1 cápsula 105 mg de ACN	Dois contrarrelógios de 4 km separados por 10 minutos de recuperação ativa na intensidade de ciclismo auto selecionada	D: Lactato e contrarrelógio	→ Lactato ↓ Tempo total para concluir dois ensaios sucessivos de 4 km
PERKINS <i>et al.</i> , 2015 – Reino Unido	13 H, treinados	2 – 6 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 1 cápsula 105 mg de ACN	Corrida em esteira até a exaustão, estágios com 6 × 19 s de sprints com 15 s de corrida de baixa intensidade entre os sprints. O tempo de descanso entre os estágios foi de 1 minuto e os estágios foram repetidos com aumento da velocidade dos sprints	D: Lactato, número de sprints e distância total percorrida durante o protocolo de corrida intermitente de alta intensidade	→ Lactato ↑ Número de sprints ↑ Distância total percorrida durante o protocolo de corrida intermitente de alta intensidade
PETROVIK <i>et al.</i> , 2016 – Sérvia	15 H, 17 M treinados	2 – 6 semanas	<i>Chokeberry</i> , suco concentrado	UD: 100 mL 43,6 mg de ACN	Treinamento de pré-temporada de handebol	EO: TBARS	↓ TBARS

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; H, homens; M, mulheres; TBARS, *thibarbituric acid reactive substances*/ substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico; UD, única dose diária; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
PILACZYNKSA-SZCZESNIAK <i>et al.</i> , 2005 – Polônia	19 H, treinados	2 – 6 semanas	<i>Chokeberry</i> , suco concentrado	MD: 3x – 50 mL 3450 mg de ACN	Teste de esforço de remo de 2000 m	EO: SOD, GPx, TBARS,	↓ SOD ↓ GPx, ↓ TBARS
POTTER <i>et al.</i> , 2020 – Reino Unido	18 H, treinados	2 – 6 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 2 cápsulas 210 mg de ACN	3 lances de escalada intermitentes em uma parede de escalada rotativa até a exaustão, com recuperação de 20 minutos entre as escaladas	D: Lactato e tempo total de escalada	→ Lactato ↑ Tempo total de escalada
SADOWSKA-KREPPA <i>et al.</i> , 2015 - Polônia	15 H, 17 M treinados	> 6 semanas	Açaí, mistura de suco, sendo o açaí o fruto predominante	UD: 100 mL 3130 mg de ACN	Teste de corrida de 300 m em pista ao ar livre	EO: Ácido úrico, SOD, CAT, GPx, GR, GSH, FRAP e TBARS D: Lactato desidrogenase	EO: → Ácido úrico → SOD ↑ CAT ↓ GPx ↑ GR → GSH ↑ FRAP ↓ TBARS D: → Desempenho do sprint

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; FRAP, *Ferric Reducing Antioxidant Power*/ Poder Antioxidante Redutor Férrico; GPx, glutatona peroxidase; GR, glutatona redutase; GSH, glutatona reduzida; H, homens; M, mulheres; MD, múltiplas doses diárias; MDA, malondialdeído; SOD, superóxido dismutase; TBARS, *thiobarbituric acid reactive substances*/ substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico; UD, única dose diária; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e status de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
SILVESTRE <i>et al.</i> , 2014 – Brasil	6 H, treinados	2 – 6 semanas	Uva, suco concentrado	MD: 3x – 300 mL Não reportado	Treino de triatlo - ciclismo de 100 km, corrida de 6 km, natação de 1,5 km	EO: TBARS, SOD, CAT e GSH	→ TBARS → SOD → CAT → GSH
TERRAZAS <i>et al.</i> , 2019 – Brasil	10 H, treinados	> 6 semanas	Açaí, polpa	UD: 400 g 284,4 mg de ACN	Teste incremental iniciado a 150 W, com incrementos de 25 W a cada 2 minutos até a exaustão voluntária	EO: MDA, TEAC, dano ao DNA (ensaio cometa) D: Lactato e intensidade do limiar anaeróbico	EO: ↓ MDA ↑ TEAC → Dano ao DNA D: ↓ Lactato ↑ Intensidade do limiar anaeróbico
TORREGROSA-GARCÍA <i>et al.</i> , 2019 – Espanha	26 H, treinados	> 6 semanas	Romã, extrato	UD: 2 cápsulas Não reportado	Teste de resistência de <i>square-wave</i> seguido de um teste de esforço incremental até a exaustão e um exercício excêntrico subsequente	D: Tempo total até a exaustão, tempo para atingir o limiar ventilatório, VO ₂ máx, VO ₂ no limiar ventilatório, lactato, taxa de esforço percebido, pico de torque e trabalho relativo	↑ Tempo total até a exaustão ↑ Tempo para atingir o limiar ventilatório → VO ₂ máx → VO ₂ no limiar ventilatório → Lactato → Taxa de esforço percebido → Pico de torque → Trabalho relativo

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; D, desempenho; DNA, *deoxyribonucleic acid*, ácido desoxirribonucleico; EO, estresse oxidativo; GSH, glutatona reduzida; H, homens; MD, múltiplas doses diárias; MDA, malondialdeído; SOD, superóxido dismutase; TBARS, *thiobarbituric acid reactive substances*/ substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico; TEAC, *trolox equivalent antioxidant capacity*, capacidade antioxidante equivalente ao trolox; UD, única dose diária; VO₂, consumo de oxigênio; VO₂ máx, consumo máximo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e status de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
TOSCANO <i>et al.</i> , 2015 – Brasil	11 H, 4 M treinados	> 6 semanas	Uva, suco concentrado	MD: 2x – 10 mL/kg/dia 68 mg de ACN	Limiar anaeróbico, teste de exaustão em esteira	EO: MDA, TAC, Vitamina A, Vitamina E e ácido úrico D: Tempo total de exaustão	EO: → MDA ↑ TAC ↑ Vitamina A → Vitamina E ↑ Ácido úrico D: ↑ Tempo total de exaustão
TOSCANO <i>et al.</i> , 2019 – Brasil	14 H, corredores recreativos	< 2 semanas	Uva roxa, suco concentrado	UD: 10 mL/kg/dia Não reportado	Dois testes de corrida até a exaustão a 80% do VO _{2máx}	EO: TAC e MDA D: Tempo de corrida a até exaustão	EO: ↑ TAC → MDA D: ↑ Tempo de corrida até a exaustão
WILLEMS <i>et al.</i> , 2015 – Reino Unido	8 H, 5 M treinados	> 6 semanas	Groselha, pó	UD: 6 g 138,6 mg de ACN	2 protocolos incrementais de ciclismo com registro de respostas fisiológicas e cardiovasculares	D: Lactato plasmático e captação máxima de oxigênio	↓ Lactato plasmático → Captação máxima de oxigênio. No entanto, a captação máxima de oxigênio com o pó de groselha foi obtida com valores de lactato 14% mais baixos

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; H, homens; M, mulheres; MD, múltiplas doses diárias; MDA, malondialdeído; TAC, *total antioxidant capacity*/capacidade antioxidante total; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 2 – Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho do exercício (conclusão).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e status de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
WILLEMS <i>et al.</i> , 2016 – Reino Unido	13 H, treinados	2 – 6 semanas	Groselha, extrato	UD: 1 cápsula 105 mg de ACN	<i>Loughborough Intermittent Shuttle Test</i> , que envolve blocos de 5 x 15 minutos com sprints máximos intermitentes de 15 m, intercalados por corrida moderada e de alta intensidade para simular atividades esportivas em equipe e uma corrida subsequente à exaustão	D: Tempo de corrida e lactato	→ Tempo médio de corrida em cada bloco ↓ Desaceleração do sprint mais rápido entre os blocos 1 e 5 → Lactato
WILLEMS <i>et al.</i> , 2019 – Reino Unido	11 H, treinados	2 - 6 semanas	Groselha, extrato	UD: 2 cápsulas 210 mg de ACN	Teste de ciclismo em estado estacionário (3 × 10 minutos a 45%, 55% e 65% VO _{2máx}) seguido de um contrarrelógio de 16,1 km a uma altitude simulada de ~ 2500 metros (~ 15% de O ₂)	D: Contrarrelógio e lactato	→ Contrarrelógio → Lactato

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; H, homens; O₂, oxigênio; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio; ↓ diminuição; → manutenção/sem diferenças significativas quando comparado ao grupo controle.

Quadro 3 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em protocolos de ciclismo (continua).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
BELL <i>et al.</i> , 2014 – Reino Unido	16 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	MD: 2x – 30 mL + 100 mL de água 547 mg de ACN	Intervalos de ciclismo de alta intensidade, > 60 minutos	EO: Hidroperóxidos lipídicos	↓ Hidroperóxidos lipídicos
BELL <i>et al.</i> , 2015 – Reino Unido	16 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	MD: 2x – 30 mL + 100 mL de água 552 mg de ACN	Intervalos de ciclismo de alta intensidade, > 60 minutos	EO: Hidroperóxidos lipídicos	→ Hidroperóxidos lipídicos
COOK <i>et al.</i> , 2015 – Reino Unido	4 H, treinados	2 – 6 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 1 cápsula 105 mg de ACN	30 minutos de ciclismo (3 × 10 minutos a 45, 55 e 65% do VO _{2máx}), seguido de um contrarrelógio de 16,1 km	D: Lactato e contrarrelógio	↑ Lactato ↓ Tempo total para concluir o contrarrelógio de 16,1 km

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; H, homens; MD, múltiplas doses diárias; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem alterações comparado ao grupo controle.

Quadro 3 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em protocolos de ciclismo (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
COPETTI <i>et al.</i> , 2020 – Brasil	15 H, fisicamente ativos	< 2 semanas	Juçara, suco concentrado	UD: 250 mL 185 mg de ACN	HIIT: 7 séries de ciclismo de alta intensidade com duração de 60 s e carga de trabalho correspondente a 100% da potência pico obtida no teste incremental máximo com intervalo de 75 s de recuperação ativa (30 W)	EO: Fenóis totais, ácido úrico, GSH, GSSG, GSH:GSSG, TAC, TOS, IEO, PC, GPx, SOD e CAT F: Índice de fadiga	EO: ↑ GSH ↓ IEO ↑ Fenóis totais e ácido úrico (ao longo do tempo) F: ↓ Índice de fadiga
KEANE <i>et al.</i> , 2018 – Reino Unido	10 H, treinados	< 2 semanas	Cereja, suco concentrado	UD: 60 mL + 100 mL de água 73 mg de ACN	6 minutos de ciclismo de intensidade moderada e severa, seguido imediatamente por um sprint de 60 s com esforço máximo	D: Tempo para exaustão e potência pico	→ Tempo para exaustão ↑ Potência pico nos primeiros 20 s e do trabalho total concluído durante o sprint total de 60 s após o ciclismo de intensidade severa de 6 minutos

Abreviações: ACN, antocianinas; CAT, catalase; D, desempenho; EO, estresse oxidativo; F, fadiga; GPx, glutatona peroxidase; GSH, glutatona reduzida; GSSG, glutatona oxidada; H, homens; HIIT, *high-intensity interval training*/ treinamento intervalado de alta intensidade; IEO: índice de estresse oxidativo; PC, proteínas carboniladas; SOD, superóxido dismutase; TAC, *total antioxidant capacity*/ capacidade antioxidante total; TOS, *total oxidant status*/ estado oxidante total; UD, única dose diária; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem alterações comparado ao grupo controle.

Quadro 3 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em protocolos de ciclismo (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e <i>status</i> de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
MONTANARI; BLACKER; WILLEMNS, 2023 – Reino Unido	26 H, 8 M treinados	< 2 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 3 cápsulas 900 mg de ACN	Contrarrelógio de 16,1 km	D: Contrarrelógio e potência	→ Tempo total para concluir o contrarrelógio de 15 km No entanto, quando os participantes foram divididos entre ciclistas mais rápidos e mais lentos foi observada apenas nos mais lentos que a potência e a velocidade foram maiores no km 12 em comparação com o placebo → Potência
MORGAN; BARTON; BOWTELL, 2019 – Reino Unido	8 H, treinados	2 – 6 semanas	Cereja, liofilizada	MD: 6 cápsulas 257 mg de ACN	10 minutos de ciclismo em estado estacionário a ~ 65% $\dot{V}O_{2pico}$ seguido de um contrarrelógio de 15 km	D: Lactato e contrarrelógio	↑ Lactato ↓ Tempo total para concluir o contrarrelógio de 15 km

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; H, homens; M, mulheres; MD, múltiplas doses diárias; UD, única dose diária; $\dot{V}O_{2pico}$, pico de consumo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem alterações comparado ao grupo controle.

Quadro 3 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em protocolos de ciclismo (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
Autores/Ano/Local	População: n, sexo e status de treinamento	Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
MURPHY, COOK; WILLEMS, 2017 – Reino Unido	10 H, treinados	2 – 6 semanas	Groselha Negra, extrato	UD: 1 cápsula 105 mg de ACN	Dois contrarrelógios de 4 km separados por 10 minutos de recuperação ativa na intensidade de ciclismo auto selecionada	D: Lactato e contrarrelógio	→ Lactato ↓ Tempo total para concluir dois ensaios sucessivos de 4 km
TERRAZAS <i>et al.</i> , 2019 – Brasil	10 H, treinados	> 6 semanas	Açaí, polpa	UD: 400 g 284,4 mg de ACN	Teste incremental iniciado a 150 W, com incrementos de 25 W a cada 2 minutos até a exaustão voluntária	EO: MDA, TEAC, dano ao DNA (ensaio cometa) D: Lactato e intensidade do limiar anaeróbico	EO: ↓ MDA ↑ TEAC → Dano ao DNA D: ↓ Lactato ↑ Intensidade do limiar anaeróbico
WILLEMS <i>et al.</i> , 2015 – Reino Unido	8 H, 5 M treinados	> 6 semanas	Groselha, pó	UD: 6 g 138,6 mg de ACN	2 protocolos incrementais de ciclismo com registro de respostas fisiológicas e cardiovasculares	D: Lactato plasmático e captação máxima de oxigênio	↓ Lactato plasmático → Captação máxima de oxigênio. No entanto, a captação máxima de oxigênio com o pó de groselha foi obtida com valores de lactato 14% mais baixos

Abreviações: ACN, antocianinas; D, desempenho; DNA, *deoxyribonucleic acid*, ácido desoxirribonucleico; EO, estresse oxidativo; H, homens; M, mulheres; MDA, malondialdeído; TEAC, *trolox equivalent antioxidant capacity*, capacidade antioxidante equivalente ao trolox; UD, única dose diária; $\dot{V}O_{2pico}$, pico de consumo de oxigênio; ↑ aumento; ↓ diminuição; → manutenção/sem alterações comparado ao grupo controle.

Quadro 3 - Estado da arte referente a estudos que avaliaram os efeitos do consumo de frutos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em protocolos de ciclismo (continuação).

Referência	Amostra	Intervenção					
		Duração do Estudo	Fruto e método de processamento	Estratégia de intervenção/ Conteúdo total de antocianinas (ACN) diário	Protocolo de exercício	Desfechos avaliados	Principais Resultados
WILLEMS <i>et al.</i> , 2019 – Reino Unido	11 H, treinados	2 - 6 semanas	Groselha, extrato	UD: 2 cápsulas 210 mg de ACN	Teste de ciclismo em estado estacionário (3 × 10 minutos a 45%, 55% e 65% VO _{2máx}) seguido de um contrarrelógio de 16,1 km a uma altitude simulada de ~ 2500 metros (~ 15% de O ₂)	D: Contrarrelógio e lactato	→ Contrarrelógio → Lactato

Abreviações: ACN, antocianinas; H, homens; O₂, oxigênio; UD, única dose diária; VO_{2máx}, consumo máximo de oxigênio; → manutenção/sem alterações comparado ao grupo controle.

3. HIPÓTESES

As hipóteses do estudo a serem confirmadas ou refutadas são:

H1: O consumo do fruto juçara, por sete dias, propiciará melhora dos biomarcadores de estresse oxidativo em ciclistas treinados.

H2: O consumo do fruto juçara, por sete dias, atenuará a fadiga em ciclistas treinados.

H3: O consumo do fruto juçara, por sete dias, propiciará melhor desempenho em ciclistas treinados.

4. MÉTODOS

4.1. INSERÇÃO DO ESTUDO

Este estudo está inserido na Linha de Pesquisa II do Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN) da UFSC: Estudo dietético e bioquímico relacionado com o estado nutricional e também faz parte dos estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa Comportamento e Consumo Alimentar, do diretório de grupos de pesquisa do CNPq, na linha de pesquisa do Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo (GENEO), coordenado pela professora Dr^a Patrícia Faria Di Pietro. O GENEO pesquisa temas relacionados ao consumo alimentar e estresse oxidativo desde 2002, e desde 2011 vem estudando os efeitos do consumo do fruto juçara em humanos, originando, até o momento, duas dissertações de mestrado, duas teses de doutorado, dois trabalhos de conclusão de curso e a presente tese de doutorado.

4.2. ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi dividida em três etapas. 1) Inicialmente foi elaborado um manuscrito de revisão narrativa acerca dos efeitos das antocianinas derivadas de frutos em protocolos de ciclismo. 2) Em seguida foi realizada a caracterização da amostra do fruto juçara, bem como o desenvolvimento do placebo. 3) Posteriormente foi realizado um ensaio clínico para avaliar o efeito do consumo, durante sete dias, do fruto juçara em pó ou placebo sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados.

4.2.1. Etapa 1 – Revisão narrativa

A revisão de literatura para a elaboração do artigo de revisão narrativa foi realizada a partir das buscas nas bases de dados online *Medline* (via *Pubmed*), *Science Direct*, *Cochrane Library* e *SPORTDiscus*. As palavras-chaves combinadas usadas como descritores de pesquisa foram: “*anthocyanin*”, “*exercise*” e “*cycling*”. Os artigos elegíveis foram ensaios clínicos que avaliaram os efeitos das antocianinas (frutos/bebidas/pós/extratos) em protocolos de ciclismo sem restrição de data e da língua escrita.

Os títulos e resumos de todos os artigos foram lidos e revisados e, quando abordou a temática desejada, o artigo foi lido por completo. As listas de referências dos artigos elegíveis foram avaliadas para artigos adicionais.

A pesquisa e redação do manuscrito foi realizada entre janeiro e junho de 2020. Dezenove artigos preencheram os critérios de inclusão, os quais abordaram os efeitos das antocianinas derivadas de frutos em protocolos de ciclismo no estresse oxidativo, inflamação, dano muscular, fadiga, biomarcadores de óxido nítrico, função vascular, oxigenação muscular, desempenho, oxidação do substrato e marcadores cardiometabólicos.

4.2.2. Etapa 2 – Caracterização do fruto juçara e placebo

As amostras do fruto juçara em pó foram produzidas pela empresa especializada Duas Rodas, localizada no município de Jaraguá do Sul (SC), seguindo padronização de processamento e pasteurização da safra de abril de 2020. Os frutos utilizados foram procedentes das cidades de Guaratuba, Garuva, Joinville, Jaraguá do Sul e Pomerode (SC).

4.2.2.1. Caracterização da amostra do fruto juçara em pó

A caracterização das amostras do fruto juçara em pó foi realizada pelas empresas Duas Rodas e Eurofins. As referências das metodologias utilizadas para a caracterização e análises microbiológicas do fruto juçara em pó e seus resultados encontram-se no **ANEXO A**. O teor de carboidratos foi determinado por diferença, de acordo com a fração Nifext: = 100 – (umidade + cinzas + proteínas + lipídeos + fibra dietética: solúvel e insolúvel) (VANNUCCHI, 1990). Os valores de energia foram calculados a partir do conteúdo de carboidratos, proteínas e lipídeos multiplicado pelos fatores de Atwater (4 kcal/g, 4 kcal/g e 9 kcal/g, respectivamente) (BUCHHOLZ; SCHOELLER, 2004).

4.2.2.2. Placebo

O placebo foi composto por maltodextrina como fonte de carboidrato, whey protein isolado como fonte de proteína, triglicerídeos de cadeia média (TCM) como fonte de lipídeo, celulose microcristalina como fonte de fibra insolúvel e goma guar como fonte de fibra solúvel

nas quantidades equivalentes às encontradas no fruto juçara. O placebo também foi aromatizado no sabor açaí e colorido artificialmente de acordo com as quantidades permitidas pela ANVISA. O processo de confecção do placebo foi realizado pela empresa especializada *Essential Nutrition*[®].

A Tabela 1 mostra a composição nutricional do fruto juçara em pó e placebo:

Tabela 1 – Composição nutricional do fruto juçara em pó (10 g) e placebo (10 g).

	Fruto juçara em pó	Placebo
Energia (kcal)	22	22
Carboidratos (g)	1,54	1,54
Proteínas (g)	0,64	0,64
Lipídeos (g)	1,47	1,47
Fibra total (g)	5,61	4,98
Fibra solúvel (g)	0,01	0,01
Fibra insolúvel (g)	5,60	4,97
Fenóis totais (mg)	630	0
Antocianinas (mg)	240	0

4.2.3. Etapa 3 – Ensaio clínico

4.2.3.1. Caracterização do estudo

Este estudo caracterizou-se como um ensaio clínico randomizado, placebo-controlado, cruzado e triplo cego, com intervenção alimentar por sete dias. O ensaio clínico foi registrado na Plataforma do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (<http://www.ensaiosclinicos.gov.br/>), sob a identificação RBR-5d7tcjs.

4.2.3.2. Descrição do local e população em estudo

O estudo foi conduzido na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizada na cidade de Florianópolis, Santa Catarina. A amostra foi intencional, de modo a atender os seguintes critérios de inclusão: sexo masculino; idade entre 19 e 45 anos; e ciclistas treinados com histórico de participação esportiva superior a 6 meses com exercícios de ciclismo de, pelo

menos, 6 horas semanais ou 200 km semanais. Os critérios de exclusão foram: tabagismo, doenças crônicas, distúrbios metabólicos, deficiências físicas, lesões musculoesqueléticas; usuários de suplementos vitamínicos e minerais, utilização de recursos ergogênicos dietéticos (carnitina, arginina, creatina, cafeína, nitrato, beta-alanina e bicarbonato de sódio), uso de corticoides nos últimos seis meses e uso de medicamentos na última semana. A amostra foi recrutada a partir da divulgação entre grupos de ciclismo da cidade de Florianópolis e região.

4.2.3.3. Cálculo amostral

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado com base na fórmula proposta por Browner, Newman e Hulley (2008) para diferença de médias. Considerou-se o valor médio do tempo de prova de contrarrelógio de 15 km de 1506 s e desvio padrão (DP) de 86 s (MORGAN; BARTON; BOWTELL, 2019), com o objetivo de detectar uma diferença significativa de 4,6% após intervenção. Utilizou-se um intervalo de confiança bilateral de 95% e um poder de estudo de 80%. Assim, estimou-se uma amostra de 17 indivíduos e, adicionando 20% para possíveis perdas, o cálculo amostral final foi constituído de 20 indivíduos.

4.2.3.4. Desenho do estudo

Os participantes foram randomizados pela pesquisadora em blocos principal para o recebimento de 10 g do fruto juçara em pó ou 10 g de placebo para consumo durante sete dias, incluindo o dia do teste até a exaustão, conforme sequência de números aleatórios obtida por meio de um gerador de números aleatórios online (www.randomizer.org).

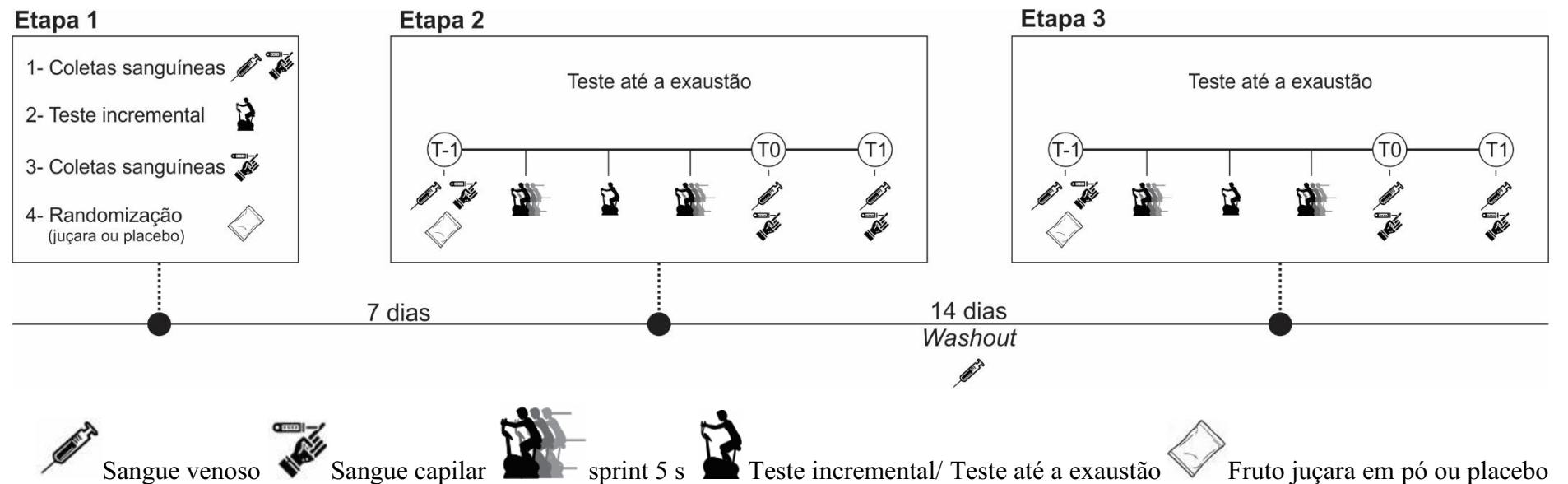
Os participantes do estudo, bem como os pesquisadores responsáveis pelo recrutamento, coleta de dados e análises laboratoriais, além do pesquisador responsável pelo tratamento e análise estatística dos dados foram mascarados quanto ao consumo e a distribuição das intervenções. O fruto juçara em pó e o placebo foram acondicionados em embalagens específicas (sachês) por empresa especializada, com códigos de randomização. Os códigos de identificação das intervenções foram revelados somente após a análise estatística dos dados do estudo, caracterizando o estudo como triplo cego (HOCHMAN *et al.*, 2005).

O estudo foi dividido em três etapas. Na primeira etapa foi realizada a familiarização e o teste incremental no cicloergômetro. Neste mesmo dia os participantes receberam os sachês com conteúdo em pó do fruto juçara ou placebo para consumo durante seis dias. Os

participantes foram orientados a consumirem as intervenções em um único momento do dia e da forma que preferissem (diluídas apenas em água ou junto com sucos, vitaminas de frutas, batidas, etc.), de forma a interferir o mínimo possível na rotina do participante. Também foram lembrados via mensagem de texto no celular sobre a importância do consumo das intervenções diariamente. No dia do teste, que foi o sétimo dia de consumo, a intervenção (fruto juçara ou placebo) foi diluída em água e ofertada pelos pesquisadores 1 hora antes do teste até a exaustão. Os testes foram realizados na mesma hora do dia para cada participante. Os participantes também foram autorizados a beber água pura *ad libitum* durante todo o teste. Amostras sanguíneas da veia intermédia do antebraço e de sangue capilar da ponta dos dedos foram coletadas na semana anterior ao primeiro teste até a exaustão – no dia do teste incremental (antes do início do consumo do fruto juçara em pó ou placebo) e nos dias dos testes até a exaustão. As amostras sanguíneas foram coletadas 1 hora antes (T-1), imediatamente após (T0) e 1 hora após (T1) o teste até a exaustão para avaliação dos biomarcadores de estresse oxidativo e da concentração de lactato sanguíneo. Os participantes realizaram os testes no período da manhã, no mesmo horário para os dois testes (fruto juçara em pó e placebo). Após um intervalo de 14 dias (período *washout*) os tratamentos foram invertidos. No dia da entrega dos sachês do fruto juçara ou placebo para consumo para o segundo ensaio cruzado (após o período *washout*), foi realizada nova coleta de sangue venoso. A escolha do período de tempo de intervenção, *washout*, bem como da quantidade da intervenção alimentar administrada foi baseada em estudos anteriores que avaliaram o consumo de intervenções alimentares ricas em antocianinas em protocolos de ciclismo e que observaram resultados positivos nos desfechos pretendidos neste estudo (COOK *et al.*, 2015; MORGAN *et al.*, 2019). A Figura 8 mostra o desenho do estudo.

Os participantes foram orientados a manterem sua dieta habitual e atividades normais de treinamento para os primeiros cinco dias do consumo do fruto juçara ou placebo, mas evitar exercício extenuante 48 horas antes e consumo de cafeína 24 horas antes dos testes. Ainda, foram orientados a registrarem sua atividade física por sete dias e seu consumo alimentar 48 horas antes do teste até a exaustão e replicar ao máximo o mesmo consumo alimentar das 48 horas anteriores ao primeiro ensaio para o segundo ensaio cruzado (COOK *et al.*, 2015; MORGAN; BARTON; BOWTELL, 2019). Esta medida foi tomada para garantir que as observações feitas fossem devidas apenas à intervenção e não fossem influenciadas por outras modificações na dieta. De forma a controlar a adesão às intervenções, os participantes foram orientados a trazerem os sachês vazios nos dias dos ensaios experimentais, bem como a comunicarem o pesquisador responsável em caso de perda dos sachês, para que fosse possível

Figura 8 – Desenho do estudo. O estudo foi dividido em três etapas. **Etapa 1:** Na primeira etapa (semana anterior aos testes até a exaustão) amostras de sangue venoso e capilar foram coletadas para avaliação dos biomarcadores de estresse oxidativo e do lactato sanguíneo, respectivamente. Em seguida foi realizada a familiarização e o teste incremental no cicloergômetro. Logo após amostras de sangue capilar foram novamente coletadas para avaliar o lactato sanguíneo. Neste mesmo dia os participantes foram randomizados para receberem os sachês com o fruto juçara em pó ou placebo para consumo durante seis dias. **Etapa 2:** No dia do teste, que foi o sétimo dia de consumo, o sachê do fruto juçara em pó ou placebo foi oferecido pelos pesquisadores 1 hora antes (T-1) do teste até a exaustão. Amostras de sangue venoso e capilar foram coletadas 1 hora antes (T-1), imediatamente após (T0) e 1 hora após (T1) o teste até a exaustão para avaliação dos biomarcadores de estresse oxidativo e da concentração de lactato sanguíneo, respectivamente. Após um intervalo de 14 dias (período *washout*), amostras de sangue venoso foram novamente coletadas e os tratamentos foram invertidos (**Etapa 3**).



a reposição destes. Além disso, os participantes foram orientados a contactar o pesquisador responsável caso sentissem qualquer desconforto após o consumo das intervenções.

Os participantes também responderam a um questionário para auxiliar na triagem à pesquisa. O questionário foi composto por perguntas sobre dados pessoais, idade, escolaridade, hábitos alimentares, uso de medicamentos e suplementos, tabagismo, atividade física, tempo de experiência no ciclismo, histórico de lesões e presença de doenças e processos infecciosos e/ou inflamatórios (**APÊNDICE A**).

4.2.3.5. Processo de coleta de dados

O período de coleta de dados ocorreu entre os meses de novembro e dezembro de 2021, e entre os meses de junho e setembro de 2022. A equipe de coleta foi composta por profissionais nutricionistas, estudantes do curso de graduação em nutrição, profissionais de educação física, técnica de enfermagem, estudantes do curso de graduação em enfermagem e estudantes do curso de graduação em farmácia. O protocolo de exercício foi realizado no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Educação Física da UFSC. As coletas sanguíneas nos dias dos testes foram realizadas no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Educação Física da UFSC e após o período *washout* no Laboratório de Pesquisa em Lipídeos, Antioxidantes e Aterosclerose do Departamento de Análises Clínicas da UFSC. A avaliação do estado nutricional e composição corporal foi realizada no Laboratório de Composição Corporal do Departamento de Nutrição da UFSC. As análises bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Lipídeos, Antioxidantes e Aterosclerose do Departamento de Análises Clínicas da UFSC.

4.3. INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

4.3.1. Caracterização dos participantes do estudo

4.3.1.1. Avaliação do estado nutricional e composição corporal

A avaliação do estado nutricional e composição corporal foi realizada na semana posterior ao término dos ensaios experimentais.

Para a aferição do peso foi utilizada a balança digital Welmy® (São Paulo, Brasil) com resolução de 0,001 g. A estatura foi aferida em estadiômetro Alturaexata® (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) com resolução de 1 mm. As medidas de peso e estatura foram utilizadas para o cálculo do índice de massa corporal (IMC), onde o peso, expresso em quilogramas (kg), é dividido pela estatura ao quadrado em metros. O IMC foi utilizado como indicador do estado nutricional, utilizando-se como parâmetro a classificação da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006). Os resultados foram expressos em kg/m².

A avaliação da composição corporal foi realizada por meio da densitometria computadorizada por absorciometria radiológica de dupla energia (DXA, do inglês, *Dual-energy X-ray absorptiometry*). O modelo utilizado neste estudo foi o *Lunar Prodigy Advance General Electric-GE*® (Diegem, Bélgica). Os participantes foram orientados quanto ao uso de roupas leves, desprovidas de partes metálicas, bem como acessórios como cintos, adornos e carteiras que tenham metal em sua composição (BAZZOCHI *et al.*, 2016). Também foram orientados a não ingerirem alimentos e líquidos (> 500 g) antes da avaliação (KERR; SLATER; BYRNE, 2017). Os resultados de gordura corporal foram expressos em porcentagem (%) e os resultados de massa livre de gordura foram expressos em kg.

4.3.1.2. Avaliação do consumo alimentar

Os participantes realizaram três registros alimentares (**APÊNDICE B**) na semana anterior ao teste incremental, sendo dois dias de semana não consecutivos e um dia de final de semana, para estabelecer o consumo médio habitual de cada indivíduo. Os participantes também registraram seu consumo alimentar nas 48 horas anteriores à cada teste até a exaustão. O pesquisador principal solicitou para os participantes registrarem todos os alimentos, preparações e bebidas, assim como a quantidade em medidas caseiras consumida, além de fornecer álbum fotográfico de medidas caseiras para auxiliar na precisão das informações (ZABOTTO, 1996).

As informações registradas pelos participantes em medidas caseiras foram padronizadas e transformadas em gramas e/ou mililitros de alimentos e/ou bebidas com auxílio de tabela para conversão de medidas caseiras (PINHEIRO *et al.*, 2005).

4.3.1.2.1. Avaliação do consumo de energia, macronutrientes, fibras e antocianinas

A partir das informações de consumo alimentar, calculou-se o consumo de energia, macronutrientes e fibra alimentar de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2011). O consumo de antocianinas foi calculado por meio da soma da quantidade de antocianinas de cada alimento compilados da base de dados *Phenol Explorer*[®] (NEVEU *et al.*, 2010). Para os casos de alimentos indisponíveis nas bases de dados, foram utilizados dados de alimentos semelhantes ou informações de rótulos de alimentos. Os dados foram tabulados e calculados no programa *Microsoft Excel 2016*[®].

4.3.2. Protocolo de exercício

4.3.2.1. Teste incremental

Na semana anterior ao primeiro teste, com o objetivo de familiarização e também para a determinação e cálculo da carga de trabalho de intensidade pesada para exercício, os participantes foram submetidos a um teste incremental em cicloergômetro (*Excalibur Sport, Lode Medical Technology*[®], Groningen, Holanda). A calibração do cicloergômetro foi realizada de acordo com os padrões dos fabricantes, antes de cada um dos testes realizados. Após o ajuste dos componentes do cicloergômetro às dimensões corporais do participante, foi realizada a familiarização com o equipamento de avaliação. O posicionamento do participante sobre o cicloergômetro foi ajustado previamente ao teste e registrado no *software* do cicloergômetro para que o mesmo fosse repetido no ensaio experimental.

O teste de carga incremental iniciou com carga 100 W durante 10 min para fins de aquecimento e, a partir do minuto 11, foram acrescentados 25 W a cada minuto até a exaustão voluntária ou até a cadência baixar de 70 rpm. A cadência preferida foi

controlada e mantida constante, por meio de *feedback* visual do cicloergômetro (LANFERDINI *et al.*, 2020; LUCÍA *et al.*, 2002). Os participantes receberam incentivo verbal durante os instantes finais do teste para garantir que fosse realizado esforço máximo.

4.3.2.2. Teste até a exaustão

Sete dias após a realização do teste incremental foi realizado o primeiro teste até a exaustão. Da mesma maneira, o segundo teste até a exaustão foi realizado 21 dias após o primeiro (considerando o período de *washout* de 14 dias e o tempo de consumo do fruto juçara em pó ou placebo por sete dias). Em cada um dos testes os participantes realizaram o mesmo protocolo de exercício.

A sequência dos procedimentos adotados durante os testes até a exaustão foi realizada com a utilização do cicloergômetro, com procedimentos semelhantes ao do teste incremental máximo, o qual os ciclistas realizaram a seguinte sequência de avaliação: (1) inicialmente os ciclistas realizaram um aquecimento de 10 min com potência a 100 W; (2) após, foram estipulados 5 min de intervalo para ajustes dos instrumentos que foram utilizados durante a coleta; (3) na sequência, foi iniciado o teste com carga constante (potência correspondente à 80% máxima obtida no teste incremental) com cadência preferida controlada por meio de *feedback* visual até a exaustão do ciclista ou até o instante no qual o ciclista não manteve a cadência em 70 rpm (COAKLEY; PASSFIELD, 2018; LUCÍA *et al.*, 2002). Os participantes receberam incentivo verbal durante os instantes finais do teste para garantir que fosse realizado esforço máximo.

4.3.3. Índice de fadiga

A fadiga muscular foi medida com base nas reduções percentuais de potência máxima durante o sprint de 5 s imediatamente após o teste até a exaustão em relação ao sprint de 5 s antes do início do teste até a exaustão, representado pela seguinte fórmula: Índice de Fadiga (%) = ((potência máxima pós-teste X 100)/ potência máxima pré-teste) – 100).

4.3.4. Análises bioquímicas

4.3.4.1. Coleta e preparo das amostras sanguíneas

Amostras sanguíneas (8 mL) dos participantes foram coletadas, em cada tempo avaliado, por meio de punção da veia intermédica do antebraço, com sistema a vácuo (Vacutainer-BD[®], São Paulo, Brasil) em tubos com ácido etileno-diaminoacético (EDTA, do inglês, *ethylenediaminoacetic acid*) por um profissional da área de farmácia ou enfermagem.

Para a avaliação de GSH, o sangue foi coletado em tubos contendo EDTA tripotássio e 100 µL de N-etilmaleimida (NEM, do inglês, *N-Ethylmaleimide*) 310 mM por mL de sangue. Misturou-se o sangue por inversões suaves durante 1 min (GIUSTARINI *et al.*, 2013). Para a determinação da GPx foi preparado um hemolisado a partir de 100 µL de células (hemácias) juntamente com 1 mL de solução hemolisante (Solução de MgSO₄ 4 mM e Ácido Acético 1 mM).

4.3.4.2. Fenóis totais

A concentração de fenóis totais no plasma foi medida por meio do método colorimétrico de *Folin-Ciocalteu*, conforme descrito por Serafini, Maiani e Ferro-Luzzi (1998). Em suma, 500 µL de amostras de plasma em duplicata foram acidificadas e, após a extração dos fenóis com mistura de álcool e hidróxido de sódio, as proteínas foram precipitadas, utilizando-se ácido tiobarbitúrico 20% e reextraídas com uma mistura de acetona/água (1/1). Em seguida, alíquotas (80 µL) de amostras foram adicionadas a 0,5 mL de reagente de *Folin-Ciocalteu* (50%). Após 5 min, 1 mL de bicarbonato de sódio a 5% foi adicionado. A mistura foi deixada a temperatura ambiente, no escuro, por 1 hora. A absorbância da amostra foi lida em espectrofotômetro automático UV-1800 - *Shimadzu*[®] (Kyoto, Japão) (765 nm) e o ácido gálico foi utilizado como padrão. Os resultados foram expressos em mg eqv. ácido gálico/L.

4.3.4.3. Glutathiona reduzida (GSH)

A maior parte dos grupamentos tióis, ou sulfidrilas (SH) não proteicos é composta pela GSH. Após a coleta ou obtenção de sangue em EDTA, deve-se misturar imediatamente a amostra com NEM, pois os SH podem se oxidar. O uso de complexantes da GSH como NEM em sangue total serve para prevenir a oxidação da GSH a GSSG (GIUSTARINI *et al.*, 2013).

A GSH foi determinada no sangue total a partir do preparo dos reagentes: PB200 - Tampão Fosfato 0,2 M pH 7.4 - 50 mL, PB50 - Tampão Fosfato 0,05 M pH 7.4 - 40 mL, NEM 310, TCA (do inglês, *trichloroacetic acid*, ácido tricloroacético) 60%, TCA 15%, GSH 20 mM e GSH 2 mM. Para o preparo das fases móveis, a fase A foi composta de 1 litro de ácido acético 0,25% e a fase B por acetonitrila grau HPLC (do inglês, *High Performance Liquid Chromatography*, cromatografia líquida de alta eficiência). Adicionou-se ao sangue tratado com NEM 310, volume igual de TCA 15%. Agitou-se no vortex e centrifugou-se a 14000 g por 2 min a temperatura ambiente. Utilizou-se o sobrenadante límpido para a injeção na coluna-HPLC (*Shimadzu*[®], Tokyo, Japão). Condicionou-se a composição da fase móvel a 94% de fase A e 6% de fase B com taxa de fluxo de 1,25 mL por minuto. Foi realizada a análise no comprimento de onda a 265 nm com 400 nm como referência (GIUSTARINI *et al.*, 2013). A concentração de GSH ($\mu\text{mol/L}$) foi calculada utilizando equação da reta com os valores da concentração e da absorbância da curva-padrão. A curva-padrão foi preparada com diferentes concentrações de GSH. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol/g}$ de hemoglobina.

4.3.4.4. *Glutathione peroxidase (GPx)*

A GPx atua sobre vários substratos, como os hidroperóxidos orgânicos. A GPx catalisa a reação de hidroperóxidos com GSH para formar GSSG e o produto de redução do hidroperóxido. Fisiologicamente a GPx atua acoplada à enzima GR que, por sua vez, catalisa a redução de GSSG, utilizando NADPH como coenzima. A atividade da GPx pode ser medida pela taxa de oxidação de NADPH na presença de GSH e GR. A azida sódica (N_3Na) é adicionada para inibir a ação da catalase (WENDEL, 1981). Foram utilizados os seguintes reagentes: tampão fosfato 143 mM pH 7.5, EDTA 1 mM, NADPH 0,29 mM, N_3Na 100 mM, GSH 20 mM, GR 10 U/mL, t-butil-hidroperóxido 10 mM, cianeto de potássio (KCN) 9 mM. Por fim, 5 μL de amostra foram adicionados e a

absorbância foi medida imediatamente em leitor de microplacas (*Epoch-Biotek Instruments*[®], Winooski, Vermont, EUA), utilizando-se o *software* GEN 5[®], a 340 nm. Os resultados foram expressos em mU/mg de hemoglobina.

4.3.4.5. Malondialdeído (MDA)

A avaliação da peroxidação lipídica plasmática foi realizada por meio da detecção do malondialdeído (MDA), produto de oxidação de lipídeos, após a sua reação com o ácido tiobarbitúrico (TBA, do inglês, *thiobarbituric acid*). Aliquotas de 50 µL de plasma-EDTA diluído 10 x em água foram misturadas com 100 µL de TBA 0,6% recém-preparado e 400 µL de ácido *o*-fosfórico 1%. A mistura foi incubada a 90-100 °C durante 15 min. Após resfriamento em água com gelo, foi adicionado 0,5 mL de butanol e os tubos foram agitados (vortex) por 30 s e centrifugados a 3000 g por 5 min. O sobrenadante (fase butanólica) foi filtrado em membranas de 0,22 µm e injetado na coluna C18 do HPLC, conforme metodologia descrita por Domijan e colaboradores (2014) e Grotto e colaboradores (2007), com modificações. Como fase móvel no HPLC foi utilizada uma solução de fosfato de potássio monobásico (50 mmol/L) e metanol (60:40) com fluxo de 0,900 mL/min. O forno foi aquecido a 50 °C e o comprimento de onda utilizado foi de 532 nm. Injetou-se no equipamento um volume de 20 µL. Os resultados foram expressos em µmol/g de hemoglobina.

4.3.5.6. Proteínas carboniladas (PC)

A concentração plasmática de proteínas carboniladas foi determinada por meio de método colorimétrico, conforme descrito por Levine e colaboradores (1990). O método baseia-se na reação do grupo carbonil presente na proteína oxidada, com 2,4 dinitrofenilhidrazina (DNPH), formando um complexo (proteína-hidrazona). Em um microtubo contendo uma alíquota de 100 µL de plasma, foram adicionados 600 µL de DNPH diluído em ácido clorídrico (HCl) 2 M ou 600 µL de HCl 2 M (branco da amostra). A mistura foi incubada por 1 hora, no escuro, com agitação a cada 10 min. Posteriormente foram adicionados 600 µL de TCA 20% e a mistura foi centrifugada (11000 g, por 5 min, a 4 °C). O sobrenadante foi descartado e o *pellet* foi lavado, por três vezes, com 800 µL

de etanol-etilacetato (1:1) e centrifugado por 10 min (15000 g, a 4 °C). Em seguida, o *pellet* foi descartado e 900 µL de ureia 8 M, dissolvida em tampão de KH₂PO₄ 20 mM (fosfato de potássio) com pH 2.3, foram adicionados ao precipitado. A mistura foi incubada em banho-maria por 30 min, a 60 °C e, depois, centrifugada por 10 min a 14000 g, 4 °C. A absorvância da amostra foi lida em espectrofotômetro automático UV-1800 - *Shimadzu*[®] (Kyoto, Japão) (360 nm) e a albumina sérica bovina (BSA, do inglês, *Bovine Serum Albumin*) foi utilizada como padrão. O conteúdo de grupos carbonil foi determinado, usando-se o coeficiente de absorvidade molar de 22.000 M.L⁻¹.cm⁻¹. Os resultados foram expressos em nmol/mg de proteína.

4.3.4.8. Hemoglobina

A hemoglobina foi utilizada para expressar os resultados de GSH e GPx e foi avaliada por meio da técnica colorimétrica, em espectrofotômetro automático UV-1800 - *Shimadzu*[®], com reagentes Labtest[®] (Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, Ref: 43). Os resultados foram expressos em mg/dL.

4.3.4.9. Lactato

Amostras de sangue capilar (25 µL) foram coletadas por meio de punção na ponta dos dedos utilizando um analisador portátil de lactato (*Accutrend Plus*[®] - Roche) (Basel, Canton, Suíça). Os resultados foram expressos em mmol/L.

4.4. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram testados para distribuição normal e homogeneidade pelos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. O teste de esfericidade de Mauchly e os ajustes de Greenhouse-Geisser também foram realizados. Testes *t* pareados foram conduzidos para comparar as diferenças no desempenho do teste até a exaustão, índice de fadiga e variáveis dietéticas entre o fruto juçara e placebo. Eventuais diferenças nos biomarcadores de estresse oxidativo, lactato e índice de fadiga promovidas pelas intervenções (fruto juçara e placebo), bem como nos diferentes tempos, foram detectadas pela análise de

variância para medidas repetidas de duas vias (*two-way* RM-ANOVA) com testes post-hoc *t* e LSD. Comparações pareadas de LSD post-hoc foram usadas para analisar qualquer significância entre os grupos. O *d* de Cohen (COHEN, 1998) foi utilizado para calcular o tamanho do efeito, sendo $< 0,2$ como trivial, $0,2-0,39$ como pequeno, $0,4-0,69$ como moderado e $\geq 0,7$ como uma grande magnitude de mudança. As correlações de Pearson ou Spearman foram estabelecidas para avaliar a relação entre os marcadores. De acordo com Hopkins *et al.* (2009), a correlação foi classificada como pequena ($r = 0,0-0,1$); moderada ($r = 0,1-0,3$); grande ($r = 0,3-0,5$); muito grande ($r = 0,5-0,7$); e extremamente grande ($r = 0,9-1,0$). Os dados foram analisados no *software* estatístico SPSS 26.0 (SPSS, Chicago, EUA) e foi considerado um nível de significância menor que 5% ($p < 0,05$).

4.5. PROCEDIMENTOS ÉTICOS DA PESQUISA

O protocolo deste estudo seguiu os preceitos estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466 de 2012 (BRASIL, 2013) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob o número 30907020.2.0000.012 (**ANEXO B**).

Os participantes foram convidados a participar do estudo sem qualquer constrangimento e receberam as explicações necessárias para o entendimento do protocolo experimental utilizado, bem como riscos e benefícios. A participação foi voluntária e foi comunicado aos participantes que poderiam desistir a qualquer momento do estudo, sem qualquer consequência.

Aos que aceitaram participar, foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (**APÊNDICE C**), segundo a Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466 de 2012 (BRASIL, 2013), constando sucintamente as etapas realizadas na pesquisa.

5. RESULTADOS

5.1 ARTIGO 1 - FRUIT-DERIVED ANTHOCYANINS: EFFECTS ON CYCLING-INDUCED RESPONSES AND CYCLING PERFORMANCE



Periódico: *Antioxidants* (Fator de impacto: 7.675)

Versão publicada: <https://www.mdpi.com/2076-3921/11/2/387>

Referência: COPETTI, C. L. K.; DIEFENTHAELER, F.; HANSEN, F.; VIEIRA, F. G. K.; DI PIETRO, P. F. Fruit-derived anthocyanins: effects on cycling-induced responses and cycling performance. *Antioxidants*, v. 11, n. 2, 382, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11020387>

5.2 MANUSCRITO 2 - JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius) IMPROVES TIME-TO-EXHAUSTION CYCLING PERFORMANCE AND REDUCED GLUTATHIONE: A RANDOMIZED, PLACEBO-CONTROLLED, CROSSOVER, AND TRIPLE-BLIND STUDY

Juçara (*Euterpe edulis* Martius) improves time-to-exhaustion cycling performance and reduced glutathione: A randomized, placebo-controlled, crossover, and triple-blind study

Cândice Laís Knöner Copetti^a, Fernando Diefenthaler^b, Fábio Juner Lanferdini^{b1}, Betina Fernanda Dambrós^a, Bruna Soares Marques^c, Edson Luiz da Silva^c, Francilene Gracieli Kunradi Vieira^a, Mark Elisabeth Theodorus Willems^d, and Patricia Faria Di Pietro^{a,*}

Corresponding author: *P. F. Di Pietro, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, CEP: 88040-900, Florianópolis/SC, Brasil. Tel.: +55 (48) 3721 8014; fax: +55 (48) 3721 9542. **E-mail address:** patricia.di.pietro@ufsc.br

^a Nutrition Post-Graduate Program, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis 88040900, Brazil

^b Biomechanics Laboratory, Department of Physical Education, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis 88040000, Brazil

^c Laboratory of Lipids, Antioxidants, and Atherosclerosis, Department of Clinical Analysis, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis 88040900, Brazil

^d Institute of Sport, Nursing and Allied Health, University of Chichester, College Lane, Chichester, PO19 6PE, United Kingdom

¹Present address: Biomechanics Laboratory, Department of Sports Methods and Techniques, Center of Physical Education and Sports, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 97105-900, RS, Brazil

Abstract

Purpose: To examine the effects of 7-days juçara powder intake on oxidative stress biomarkers, fatigue, and cycling performance during time-to-exhaustion (TTE).

Methods: In a randomized, placebo-controlled, crossover, and triple-blind study, twenty male trained cyclists were assigned to intake 10 g of juçara powder (JP) (240 mg anthocyanins) or placebo (PLA) for 7-days. Venous and capillary blood samples were collected 1 hour before (T-1), immediately after (T0), and 1 hour after (T1) the cycling TTE for oxidative stress biomarkers and blood lactate concentration. A 5-s cycling sprint was performed before and after the cycling TTE.

Results: The mean duration time for the cycling TTE was $8.4 \pm 6.0\%$ (63 ± 17 s) longer in the JP condition (JP: 751 ± 283 s) compared to PLA (688 ± 266 s), $P < 0.019$. Two-way repeated measures ANOVA (RM-ANOVA) showed an increase in the JP condition for reduced glutathione (GSH) ($P = 0.049$) at T0 ($P = 0.039$) and T1 ($P = 0.029$) compared to PLA with a moderate effect size at T0 ($d = 0.61$) and T1 ($d = 0.57$). RM-ANOVA showed an increase over time in lactate levels in both conditions ($P \leq 0.001$). No differences were observed for the post-exhaustion sprint fatigue index, total phenols, protein carbonyls, and glutathione peroxidase activity.

Conclusions: Seven-day intake of JP improved cycling endurance performance and increased GSH levels, but had no effect on lactate and cycling sprint-induced fatigue. However, the longer cycling TTE duration in JP indicates the postponement of the contribution of central and peripheral fatigue mechanisms during the cycling TTE. Further studies should address the effects of juçara with different dosing strategies, focusing on the dose, frequency, and duration of intake to optimize beneficial effects with different exercise modalities.

Clinical Trial Registration: RBR-5d7tcjs, date of registration: 06/16/2023, retrospectively registered.

Keywords: anthocyanins; supplementation; exercise; cycling; sports nutrition.

1 Introduction

Euterpe edulis Martius (Arecaceae) is a tropical palm tree native to the Brazilian Atlantic Forest that produces juçara fruit [1,2]. The nutritional properties of the juçara fruits have attracted the attention of researchers in recent years due to composition similarities with the açai fruits (*Euterpe oleracea* Martius and *Euterpe precatória* Maritus), mainly due to the presence of monounsaturated fatty acids and bioactive compounds, especially anthocyanins [3-6].

Anthocyanins comprise a set of plant pigments, soluble in water that are responsible for the red, blue, and purple colors of flowers, fruits, stems, some leaves, and roots [7]. Previous studies [8,9] demonstrated that anthocyanins have a high antioxidant potential, which can alleviate the presence of reactive oxygen species (ROS) during exhaustive exercise [10]. Reactive species are products of cellular metabolism and are related to physiological processes in the body [11], however, when in excess and in imbalance with the neutralization of these substances by antioxidant defenses, they can lead to oxidative stress, causing the oxidation of biomolecules and, consequently, leading to loss of biological functions and/or homeostatic imbalances [12].

During exhaustive exercise, ROS production can exert a negative effect on the sodium-potassium pump and calcium release by the sarcoplasmic reticulum, which may cause muscle fatigue (for a review see Powers et al., 2020 [13]). Therefore, it is likely that the process of muscle fatigue during exercise is related to the production of ROS and may be influenced by anthocyanin intake [14].

Anthocyanins act on the vascular endothelium and increase the activity of the endothelial enzyme nitric oxide synthase with the production of nitric oxide, which contributes to skeletal muscle vasodilation [15]. Therefore, anthocyanins increase peripheral blood flow during exercise and potentially reduce the effects of peripheral fatigue mechanisms by lowering the presence of fatigue-causing metabolites and lactate. Consequently, a delay in the onset of blood lactate accumulation may have positive implications in prolonged high-intensity exercise and may be predictive of improved performance in endurance exercise. Muscle blood flow is paramount for providing oxygen for muscle metabolism and any impediment to blood flow will anticipate peripheral fatigue [16]. Furthermore, increased peripheral blood flow may affect oxygen consumption during exercise and is beneficial for exercise performance, especially in

sustained exercise over a long period of time, such as an exercise time-to-exhaustion (TTE) test. Studies with 7-day intake of anthocyanin-rich berries have provided beneficial effects in different exercise modalities (e.g., haskap berry: 5-km running performance [17]; blackcurrant extract: 16.1 km cycling time-trial [18]). It should also be noted, however, that in addition to anthocyanins, the juçara fruit has a rich variety of active substances and antioxidant compounds [3,19-21], which can naturally act synergistically, modulate the bioavailability of antioxidant compounds and potentiate its effects on parameters of oxidative stress, fatigue, and exercise performance. Copetti et al. [5] provided observations on the acute effects of juçara juice during a high-intensity exercise session. Effects of juçara on responses during endurance exercise have not been examined.

It is also considered important to popularize the juçara fruit among the population, stimulating its production, promotion, and appreciation, contributing to environmental sustainability and also to the economic sector of the regions where it is cultivated, since the *Euterpe edulis* Martius palm tree, which originates the juçara fruit is in risk of extinction.

Therefore, the aim of the present study was to examine the effects of 7-days intake of juçara powder on oxidative stress biomarkers, cycling sprint-induced fatigue, and TTE cycling performance in male trained cyclists.

2 Methods

2.1 Participants

Twenty trained cyclists (Table 1) participated in this study according to the following inclusion criteria: male; aged between 19 and 45 years; with a history of sports practice for more than 6 months with cycling exercises of at least 6 hours per week or 200 km per week. Exclusion criteria were: smoking, chronic diseases, metabolic disorders, physical disabilities, musculoskeletal injuries; reporting consumption of vitamin and mineral supplements, nutritional ergogenic resources (i.e., carnitine, arginine, creatine, caffeine, nitrate, beta-alanine, and sodium bicarbonate), use of steroids in the last six months, and use of medications in the previous week. The participants completed an inclusion questionnaire developed by the researchers for better evaluation of the eligibility criteria.

The calculation of the sample size was performed based on the formula proposed by Browner, Newman, and Hulley [22] for the difference of means. In addition, for a 15 km cycling time trial performance, the mean value and standard deviation (SD) was 1506 ± 86 s [23], with a two-tailed confidence interval of 95% and a study power of 80% a difference of 4.6% was considered as the primary outcome measure. A sample of 17 participants was calculated and, adding 20% for dropout, the cohort consisted of 20 participants.

2.2 Experimental Design

The participants were randomized in blocks to receive juçara powder (JP) or placebo (PLA) for consumption during 7-days, including the day of cycling TTE testing, according to the sequence of random numbers, obtained through an online random number generator (www.randomizer.org). The JP and PLA were packaged in sachets by a specialized company, with randomization codes. The identification codes of the interventions were revealed after the statistical analysis of the study data, characterizing the study as triple-blind [24].

Participants visited the laboratory for three sessions (Fig.1). In the first session, the familiarization and the incremental test on the cycle ergometer were performed. On the same day, the participants received six sachets (10 g each) of JP or PLA for consumption during 6 days. The participants were instructed to consume the interventions at a single moment of the day and in the way they preferred (i.e. mixed in water or with juices, fruits, smoothies, shakes, etc.). Participants were reminded via mobile phone text messages to adhere to the daily intake. On the test day, which was the seventh day of consumption, the JP or PLA sachets were diluted in water and consumed 1 hour before the cycling TTE. The tests were performed at the same time of day for each participant. Blood samples from the intermediate vein of the forearm and capillary blood from the fingertips were collected in the week before the first cycling TTE - on the day of the incremental test (before the start of JP or PLA consumption) and the days of the cycling TTE. Blood samples were collected 1 hour before, immediately after, and 1 hour after the cycling TTE to assess oxidative stress biomarkers and blood lactate concentration. Participants performed the tests in the morning, at the same time for both tests (JP and PLA). After an interval of 14-days (washout period), the treatments were reversed. On

the day of delivery of the sachets of JP or PLA for consumption in the second crossover trial (after the washout period), a new collection of venous blood was performed. The flow chart of the study is shown in Fig. 2.

2.3 Dietary standardization and physical activity

Participants were instructed to maintain their usual diet and training activities for the first 5 days of consumption of JP or PLA but to avoid strenuous exercise 48 hours before and caffeine consumption 24 hours before the tests. Furthermore, they were instructed to record their physical activity for 7 days and their food consumption 48 hours before the cycling TTE and replicate the same food consumption of the 48 hours before the first test as much as possible for the crossover test [18,23]. This measure was taken to ensure that the observations made were due to the intervention alone and not influenced by other diet modifications. In order to control adherence to the interventions, the participants were instructed to bring empty sachets on the days of the experimental tests.

2.4 Characterization of JP and PLA

The experimental product used for the supplementation was JP, which in 10 g contains 20 kcal, 1.54 g of carbohydrates, 0.03 g of proteins, 1.47 g of lipids, 5.61 g of total fibre, being 0.01 g of soluble fiber and 5.59 g of insoluble fiber, 630 mg of total phenols, and 240 mg of anthocyanins. The PLA was composed of maltodextrin as a carbohydrate source, whey protein as a protein source, medium-chain triglyceride as a fat source, and guar gum and microcrystalline cellulose as a source of soluble and insoluble fiber, respectively. The PLA was equivalent to JP except for the absence of total phenols and anthocyanins (Table 2). The references of the methodologies used for the characterization and microbiological analyzes of the JP and their results are in Supplementary Material.

2.5 Assessment of dietary intake

Participants completed three food records in the week before the familiarization test on the cycle ergometer, two non-consecutive weekdays, and one weekend day, to establish each individual's average habitual intake. They also completed two food records for the 48-h preceding each intervention. Participants recorded all foods, preparations,

and beverages, as well as the quantities in-home measurements consumed, with the aid of a photo album of home measurements, favoring the accuracy of information [25]. The information recorded by participants in-home measurements was standardized and transformed into grams and/or milliliters of food and/or beverages with table aid for conversion of home measurements [26]. From the dietary intake information, the consumption of calories and macronutrients was calculated according to the Brazilian Table of Food Composition [27]. Total anthocyanins intake was calculated using the Phenol Explorer Database [28]. For cases of unavailable foods in the databases, data from similar food or food label information were used.

2.6 Characterization of study participants

Weight and height were measured respectively with a digital scale (Welmy[®] São Paulo, Brazil) with a resolution of 100 g and a stadiometer (Altura Exata[®] Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil) with a resolution of 0.1 cm. The body mass index (BMI) was adopted as an indicator of nutritional status, according to the classifications of the World Health Organization [29], and expressed in kg/m². Body composition was measured by dual-energy X-ray absorptiometry (Lunar Prodigy Advance General Electric-GE[®] Diegem, Belgium). Body fat and fat-free mass were expressed in percentage and kg, respectively.

2.7 Incremental Test

In the week before the first session, participants underwent an incremental test on a cycle ergometer (Excalibur Sport, Lode Medical Technology[®], Groningen, Netherlands) to allow calculation of the workload for the cycling TTE. The cycle ergometer calibration was performed according to the manufacturers' standards, before all cycling tests. The cycle ergometer setup (e.g., saddle height) was similar for all cycling tests. The incremental cycling test started with a load of 100 W for 10 min and subsequent increases of 25 W/min until voluntary exhaustion or until the cadence dropped by 70 rotations per minute (RPM). The preferred cadence was controlled and kept constant, through visual feedback from the cycle ergometer [30,31]. The participants received verbal encouragement during the final moments of the test to ensure that maximum effort was made. The fatigue index was measured based on the peak power percentage

reductions during the 5 s cycling sprint immediately after the incremental test in relation to the 5 s cycling sprint before the incremental test.

2.8 Time-to-Exhaustion (TTE)

The sequence of procedures adopted during the cycling TTE (JP or PLA) were as follows: (1) a 10-min warm-up with power at 100 W; (2) a 5-min interval was stipulated for adjusting the instruments used during collection; (3) the cycling TTE was started at a power corresponding to the maximum 80% obtained in the incremental test with preferred cadence controlled by visual feedback until exhaustion or inability to maintain a cadence of at least 70 RPM [30,32]. The participants received verbal encouragement during the final moments of the test to ensure that maximum effort was made. The fatigue index was measured based on the peak power percentage reductions during the 5 s sprint immediately after the cycling TTE in relation to the 5 s sprint before the cycling TTE.

2.9 Blood samples and biochemical analysis

To assess oxidative stress biomarkers, blood samples (8 mL) were collected (see Fig. 1 for time points) by puncturing the intermediate vein of the forearm with a vacuum system (Vacuntainer-BD[®], São Paulo, Brazil) in tubes with ethylenediamine-tetra-acetic acid (EDTA). For the evaluation of reduced glutathione (GSH), whole blood was aliquoted into a microtube containing 100 μ L of 310 mM N-Ethylmaleimide per milliliter of blood. Plasma samples were obtained through centrifugation (1000 g for 10 min, at 4°C). To determine the antioxidant enzyme glutathione peroxidase (GPx), a hemolyzed blood sample was used, starting at 100 μ L of cells (red blood cells) with 1 mL of hemolyzed solution (4 nM MgSO₄ and 1 nM acetic acid). GPx activity was measured by monitoring the oxidation of β -nicotinamide adenine dinucleotide 2'-phosphate reduced tetra sodium salt (NADPH) in the presence of hydrogen peroxide [33] and the results were expressed as mU/mg hemoglobin (Hb). GSH was determined in the whole blood by high-performance liquid chromatography (HPLC), according to the procedures described by Giustarini et al. [34], and the results were expressed as μ mol/g Hb. Total phenols in plasma were measured by the Folin–Ciocalteu colorimetric method, according to the methodology described by Serafini, Maiani, and Ferro-Luzzi [35], and the results were expressed as mg equivalent gallic acid/liter. The plasma concentration of protein

carbonyls (PC) was determined by the colorimetric method, as described by Levine et al. [36], and the results were expressed as nmol/mg protein. Malondialdehyde (MDA) was measured in plasma by HPLC, according to the methodology described by Domijan et al. [37] and Grotto et al. [38], with modifications, and the results were expressed as nmol/L. Hemoglobin was used to express the GSH and GPx results and was evaluated through the colorimetric technique using a (UV-1800 – Shimadzu[®] Tokyo, Japan), automatic spectrophotometer with Labtest[®] kit (Lagoa Santa, Minas Gerais, Brazil, Ref: 43). Capillary blood samples (25 μ L) for blood lactate were collected through fingertip puncture using a portable lactate analyzer (Accutrend Plus[®] - Roche) (Basel, Canton, Switzerland) and expressed in mmol/L.

2.10 Statistical analysis

Data were tested for normal distribution and homogeneity by the Shapiro–Wilk and Levene tests, respectively. Mauchley’s test of sphericity and data violations were present and Greenhouse-Geisser adjustments were made. Paired t-tests were conducted for analysis of TTE cycling performance, cycling sprint-induced fatigue index, and dietary variables. Oxidative stress biomarkers, lactate, and cycling sprint-induced fatigue index observations for the treatments (JP and PLA) and the time points were analyzed using two-way repeated measures analysis of variance (RM-ANOVA) with post hoc *t* and LSD tests. Post-hoc LSD pairwise comparisons were used to analyze any significance between groups. To determine the effect size (ES) of responses, Cohen’s *d* was calculated [39]. Cohen [39] described an ES of <0.2 as a trivial, 0.2–0.39 as a small, 0.4–0.69 as a moderate, and >0.7 as a large magnitude of change. Pearson or Spearman correlations were established to assess the relationship among markers. According to Hopkins et al [40] the correlation was classified as small ($r = 0.0$ – 0.1); moderate ($r = 0.1$ – 0.3); large ($r = 0.3$ – 0.5); very large ($r = 0.5$ – 0.7); and extremely large ($r = 0.9$ – 1.0). All statistical analyses were completed using SPSS 26.0 (SPSS, Chicago, USA) with a significant level ($P < 0.05$).

3 Results

The mean duration time for the cycling TTE was $8.4 \pm 6.0\%$ (63 ± 17 s) longer in JP group (751 ± 283 s) compared to PLA group (688 ± 266 s), $P < 0.019$ (Fig. 3). Two-way RM-ANOVA showed a significant effect in time for mean power output during sprint in both interventions ($P = 0.015$), being $P = 0.033$ for the JP group and $P = 0.013$ for PLA group. The rate of fatigue also showed a significant effect in time ($P = 0.001$), being $P = 0.002$ for the JP group and $P = 0.009$ for the PLA group. A significant effect in time for RPM ($P = 0.012$) was observed only in the JP group ($P = 0.042$). No significant differences were observed in the fatigue index at treatment ($P = 0.172$), time ($P = 0.270$), or interaction between treatment and time ($P = 0.486$) in both interventions (Table 3).

Two-way RM-ANOVA showed a significant increase in GSH ($P = 0.049$) at T0 ($P = 0.039$) and T1 ($P = 0.029$) for the JP group. A moderate ES was also observed in GSH at T0 ($d = 0.61$) and T1 ($d = 0.57$) in this group. For the PLA group, a significant decrease in MDA ($P = 0.003$) at T-1 ($P = 0.038$), T0 ($P = 0.013$), and T1 ($P = 0.001$) was observed compared to the JP group, with a moderate ES ($d = 0.62$) at T1. No significant effects of treatment or interaction between treatment and time in total phenols, PC, and GPx were observed in both groups (Table 3). However, a moderate ES ($d = 0.53$) was observed in GPx at T-2.

Two-way RM-ANOVA showed a significant increase over time in lactate for both interventions $P = < 0.001$. The differences observed were between T-1 and T1 ($P = < 0.001$) and T0 and T1 ($P = < 0.001$) (Table 3).

No significant differences were observed between the consumption of total energy ($P = 0.30$), carbohydrates ($P = 0.91$), proteins ($P = 0.91$), lipids ($P = 0.05$), fibers ($P = 0.20$), and anthocyanins ($P = 0.16$) in the food records of the 48 hours prior to each intervention and between each intervention with habitual intake food records.

Pearson correlation analysis demonstrated a positive correlation between lactate and MDA ($r = 0.660$, $P = 0.002$), and anthocyanins and total phenols at T-1 ($r = 0.609$, $P = 0.004$) in the JP condition. A negative correlation was observed between lactate and total phenols ($r = -0.541$, $P = 0.014$) at T-1 and between lactate and GSH ($r = -0.451$, $P = 0.046$) at T0 in the JP condition.

4 Discussion

The main novel finding of this study was that cycling TTE performance was improved following 7-days JP supplementation (240 mg anthocyanins) in a group of trained male cyclists. Cycling TTE performance was improved by 8.4% with 16 participants (i.e. 80% of the cohort) being responders. However, it needs to be noted that the intra-individual variability in cycling TTE trials has been shown to be high for cycling TTE [41]. Our finding of an 8.4 % increase in TTE in JP group is considerably greater comparable to other studies [18,23] that reported enhanced 16.1-km cycling time-trial (TT) performance by 2.4% following 7-days intake of anthocyanin-rich New Zealand blackcurrant extract (providing 105 mg day anthocyanins) [18] and that reported enhanced 15-km TT performance by 4.6% following 7-days finely powdered freeze-dried Montmorency cherry (providing 256.8 mg day anthocyanins) [23]. In general, our findings also support recent observations on the potential of anthocyanin supplementation to improve exercise performance [42-45]. An 8.4% increase in TTE cycling performance represents a significant practical advantage for cyclists because the performance enhancement occurred with no change in training or diet (energy, macronutrients, and anthocyanins) before cycling TTE.

We also observed an increase in the levels of GSH in the hour after the cycling TTE cycling test in the JP condition. An increase in GSH was also observed in the group that consumed juçara 1 h after a HIIT session [5]. Due to its water-soluble antioxidant properties, GSH metabolism plays a role in the cellular redox status in skeletal muscle [46], reacting with ROS through its ability to donate hydrogen, and neutralizing the potential effects of ROS by serving as a substrate for the action of the enzyme GPx [47,48], which, in our study, was elevated after 7-days intake of JP with a moderate ES. It was also observed that in the JP condition MDA was maintained, with a decrease observed in the PLA condition. These results contrast with those of other studies investigating the effects of anthocyanins on exercise [49,50] that observed a decrease in MDA levels after the consumption of pomegranate juice following weightlifting exercise and açai pulp in a submaximal incremental test effort, respectively. The diminution of MDA in the PLA condition after the TTE cycling test indicates less oxidative stress and may be related to the elimination of plasmatic MDA in the post-TTE period, possibly due to increased excretion, catabolism, or body redistribution [51]. No differences were observed for the JP and PLA conditions in total phenols and PC, which might be related

to a present high antioxidant status of cyclists due to their training status. The baseline antioxidant profile of an individual is an important determinant of the ergogenic effectiveness of an antioxidant intervention [52].

As expected, there was an increase in the lactate levels immediately after the cycling TTE test, which returned to baseline values 1h post with no differences between the JP and PLA conditions. Our findings are in line with the studies with cherry [53] and New Zealand blackcurrant extract [42,54,55] which also did not observe lactate differences between the conditions. Although anthocyanin ingestion may favor some ergogenic effects on lactate production and/or clearance [18,23], there is still no consensus on the most effective dose of anthocyanins to be used.

In the present study, 7-days intake of JP had no effect on fatigue during cycling TTE measured by the cycling sprint-induced fatigue index. This observation contrasts with previous studies on the effects of anthocyanin-rich fruits on fatigue [5,56]. The fatigue index was evaluated during sprints in our study and it is known that during the sprint there is an accumulation of ROS and reactive nitrogen species (RNS), which could be involved in the development of fatigue [57]. However, the non-difference in the fatigue index observed herein between the interventions may be related to the absence of difference observed for most of the assessed oxidative stress biomarkers, since these are associated with the onset of fatigue [58]. As already mentioned, we cannot exclude the possibility that the antioxidant status is higher in trained cyclists due to the higher training status, influencing this result. Although no difference was observed in fatigue measured by the cycling sprint-induced fatigue index, it is noteworthy that fatigue may have been affected by other markers that were not measured in this study, therefore, the longer TTE time in the JP condition indicates the postponement of the contribution of central and peripheral fatigue mechanisms during the TTE.

In the present study, the performance improvement, even if not accompanied by improvements of certain oxidative stress biomarkers, lactate, and cycling-sprint induced fatigue may be related to the synergistic effects of other substances and antioxidant compounds that are present in JP, such as phenolic acids, carotenoids, ascorbic acid, vitamin E, zinc and selenium [3,4,20,21]. These compounds can naturally act synergistically, modulate the bioavailability of antioxidant compounds and potentiate their effects on cycling TTE performance.

Food records showed that the usual consumption of anthocyanins by cyclists was 225 ± 392 mg/day, a value higher than studies that also quantified the consumption of anthocyanins by the same database, in which the mean consumption ranged from 46 ± 13 [59,60] to 67 ± 14 [61] mg/day and the dose of anthocyanins administered in the JP group was 240 mg. It is noted that the cyclists already had a good intake of anthocyanins habitually, with the foods that most contributed to consumption: açaí, red fruit pulp, red fruit jelly, strawberry, strawberry pulp, strawberry jelly, grape, juice grape jam, grape jam, wine, plum, blackberry, nectarine, black bean, red lettuce, red onion, and black olive.

The strengths of this study are the study design (randomized, triple-blind, and crossover), which allowed each participant to receive both treatments, minimizing possible confounding factors. In addition, this is the first study to evaluate the effects of a juçara intake in cycling TTE. The findings of this study contribute to strengthening the few published scientific evidence about the effects of juçara fruit on exercise [5,62]. In addition, the juçara fruit has a substantial value in environmental sustainability and commercialization in the world, since this fruit is commonly commercialized with other fruits from *Euterpe* genus, such as *Euterpe oleracea* Martius and *Euterpe precatoria* Martius with the popular name açaí. On the other hand, some factors may have interfered in the evaluation of the results of this study, such as eventual oblivion to the consumption of JP group and PLA group. However, participants were instructed to bring the empty sachets on the days of the experimental tests as a way of proving adherence to consumption and reminded via text message on their cell phones to consume the interventions daily. Another possible limitation is following the guidelines that were provided in limiting the practice of strenuous physical exercise in the 48 hours preceding the interventions, as well as replicating to the maximum the same food intake as the 48 hours before the first trial for the second cross-over trial. For this purpose, the main researcher maintained frequent contact with the participants, and dietary records were made to mitigate these factors, which showed that there were no significant differences between the trials. In addition, multiple aspects can interfere with the absorption and bioavailability of anthocyanins, such as interindividual variability and composition of the microbiota [63,64]. It is noteworthy that the studies evaluating the consumption of fruit-derived anthocyanins and exercise present different dosing strategies and exercise protocols, producing heterogeneous results that obscure the discussion of new findings.

5 Conclusions

Seven-day intake of JP powder improved cycling TTE performance and increased the blood levels of GSH, but had no effect on lactate and cycling sprint-induced fatigue during cycling TTE. However, the longer cycling TTE duration in the JP condition indicates the postponement of the contribution of central and peripheral fatigue mechanisms during the cycling TTE. Unlike many fruits rich in anthocyanins, the juçara fruit is a complex matrix, comparable to açaí, due to the presence of monounsaturated fatty acids and bioactive compounds, which can enhance its effects on different outcomes in the context of exercise. It is also considered important to popularize the juçara fruit among the population, stimulating its production, promotion, and appreciation, contributing to environmental sustainability and also to the economic sector of the regions where it is cultivated, since the *Euterpe edulis* Martius palm tree, which originates the juçara fruit is in risk of extinction. Further studies are suggested with different juçara dosing strategies, focusing on clarifying the ideal dose, frequency, and duration of ingestion to verify possible effects on variables that were not affected by JP consumption in this study and that provide optimum benefits in other exercise protocols, enhancing the findings in the field of sport and exercise nutrition.

Declarations

Funding

Financial support for this study was provided by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - Brazil CAPES - Finance Code 001 - and National Council for Scientific and Technological Development (CNPq). The funder had no role in the study design, collection, analysis, data interpretation, writing of the manuscript, and the decision to submit it for publication.

The authors would like to thank the Brazilian Company Duas Rodas for providing the juçara powder; inputs for the placebo, and chemical characterization of juçara powder; Essential Nutrition for their assistance with the availability of inputs and development of the placebo; Aplinova for providing inputs for the development of the placebo; and Graduate Program in Nutrition of the Federal University of Santa Catarina for the support given. The authors would also like to thank Tuani Tancredo Pereira e Beatriz Dutra da

Costa for their support in the data collection and biochemical analysis, and we immensely thank the study participants for their precious dedication and collaboration.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval

This study was conducted in line with the principles of the Declaration of Helsinki and all procedures involving human participants were reviewed and approved by the Ethics Committee on Human Research (registration no. 30907020.2.0000.0121).

Consent to participate

Participants completed a written informed consent prior to initiating study procedures.

Availability of data and material

Available upon request.

Code availability

Not applicable.

Authors' contributions

CLKC: conception and design of the study; collection, analysis, and interpretation of the data; and writing the manuscript; FD: data collection; analysis, interpretation of the data; and critical revision of the manuscript; FJL: data collection; analysis, interpretation of the data; and critical revision of the manuscript; BFS and BSM: biochemical analysis; and critical revision of the manuscript; ELS; supervision of the biochemical analysis; analysis and interpretation of the data; and critical revision of the manuscript; FGKV and METW: critical revision of the manuscript; and PFDP: conception and design of the study; analysis and interpretation of the data; and critical revision of the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript, and agree with the order of presentation of the authors

References

1. Da Silva NA, Rodrigues E, Mercadante AZ, et al. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic Forest. *J Agric Food Chem.* 2014;62:5072-84. <https://doi.org/10.1021/jf501211p>
2. Leitman P, Soares K, Henderson A, et al. Areaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015.
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15711>. Accessed 01 Apr 2023.
3. Schulz M, Borges GSC, Gonzaga LV, et al. Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. *Food Res Int.* 2016;89:14-26. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.027>
4. Cardoso AL, De Liz S, Rieger D, et al. An Update on the Biological Activities of *Euterpe edulis* (Juçara). *Planta Med.* 2018;84:487-99. <https://doi.org/10.1055/s-0044-101624>
5. Copetti CLK, Orssatto LBR, Diefenthaler F, et al. Acute effect of juçara juice (*Euterpe edulis* Martius) on oxidative stress biomarkers and fatigue in a high-intensity interval training session: A single-blind cross-over randomized study. *J Funct Foods.* 2020;67:103835. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103835>
6. De Liz S, Cardoso AL, Copetti CLK, et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) juices improved HDL-c levels and antioxidant defense of healthy adults in a 4-week randomized cross-over study. *Clin Nutr.* 2020;39:3629-36. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.04.007>
7. Brouillard, R. Chemical structure of anthocyanins. In: Markakis, P. (Ed.) *Anthocyanins as Food Colors*. New York: Academic Press; 1982. pp. 1-40.
8. Del Bó C, Martini D, Porrini M, et al. Berries and oxidative stress markers: an overview of human intervention studies. *Food Funct.* 2015;6:2890-917. <https://doi.org/10.1039/c5fo00657k>

9. Lila MA, Burton-Freeman B, Grace M, et al. Unraveling anthocyanin bioavailability for human health. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2016;7:375-93. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-041715-033346>.
10. Suzuki K, Tominaga T, Ruhee RT, et al. Characterization and Modulation of Systemic Inflammatory Response to Exhaustive Exercise in Relation to Oxidative Stress. *Antioxidants*. 2020;9:401. <https://doi.org/10.3390/antiox9050401>
11. Gutteridge JMC, Halliwell B. Mini-Review: Oxidative stress, redox stress or redox success? *Biochem Biophys Res Commun*. 2018;502:183-86. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.05.045>
12. Sies H. On the history of oxidative stress: concept and some aspects of current development. *Curr Opin Toxicol*. 2018;7:122–26. <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2018.01.002>
13. Powers SK, Deminice R, Ozdemir M, et al. Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *J Sport Health Sci*. 2020;9:415-25. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.04.001>
14. Mason SA, Trewin AJ, Parke L, et al. Antioxidant supplements and endurance exercise: Current evidence and mechanistic insights. *Redox Biol*. 2020;35:101471. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101471>
15. Speciale A, Cimino F, Saija A, et al. Bioavailability and molecular activities of anthocyanins as modulators of endothelial function. *Genes Nutr*. 2014;9:1-9. <https://doi.org/10.1007/s12263-014-0404-8>
16. McNeil CJ, Allen MD, Olympico E, et al. Blood flow and muscle oxygenation during low, moderate, and maximal sustained isometric contractions. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2015;309:475-81. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00387.2014>

17. Howatson G, Snaith GC, Kimble R, et al. Improved Running Endurance Performance Following Haskap Berry (*Lonicera caerulea* L.) Ingestion. *Nutrients*. 2022;14:780. <https://doi.org/10.3390/nu14040780>
18. Cook MD, Myers SD, Blacker SD, et al. New Zealand blackcurrant extract improves cycling performance and fat oxidation in cyclists. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115:2357-65. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3215-8>
19. Bicudo MOP, Ribani RH, Beta T. Anthocyanins, phenolic acids and antioxidant properties of juçara fruits (*Euterpe edulis* M.) along the on-tree ripening process. *Plant Foods Hum Nut*. 2014;69:142-47. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0406-0>
20. Inada KOP, Oliveira AA, Revoredo TB, et al. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. *J Funct Food*. 2015;17:422-33. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.002>
21. Schulz M, Borges GSC, Gonzaga L, et al. Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) during ripening. *Food Res Int*. 2015;77:125-31. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.006>
22. Browner WS, Newman TB, Hulley SB. Estimando o Tamanho da Amostra e o Poder Estatístico: Aplicações e Exemplos. In: Hulley, S.B. *Delineando a Pesquisa Clínica*. Porto Alegre: Artmed; 2008. pp. 83-86.
23. Morgan PT, Barton MJ, Bowtell JL. Montmorency cherry supplementation improves 15-km cycling time trial performance. *Eur J App. Physiol*. 2019;119:675-84. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-04058-6>
24. Hochman B, Nahas FX, Oliveira Filho RS, et al. Research designs. *Acta Cir Bras*. 2005;20:2-9. <https://doi.org/10.1590/s0102-86502005000800002>
25. Zabotto CB. *Registro fotográfico para inquéritos dietéticos*. UNICAMP, Campinas; 1996.

26. Pinheiro ABV, Lacerda EMA, Benzecry EH. Tabela de avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. 5th edition. Rio de Janeiro: Atheneu; 2005.
27. NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. *Tabela brasileira de composição de alimentos*. 4th edition. Campinas, São Paulo: NEPA-UNICAMP; 2011. 161p.
28. Neveu V, Perez-Jiménez J, Vos F, et al. Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. Database (Oxford). 2010;2010:1-9. <https://doi.org/10.1093/database/bap024>
29. World Health Organization. The World Health Report: working together for health. Geneva: World Health Organization; 2006.
30. Lucía A, Hoyos J, Santalla A, et al. Curvilinear VO₂: Power Output Relationship in a Ramp Test in Professional Cyclists: Possible Association with Blood Hemoglobin Concentration. Jap J Physiol. 2002;52:95-103. <https://doi.org/10.2170/jjphysiol.52.95>
31. Lanferdini, F.J., Sperb, C.H., Da Rocha, E.S, et al. Power output reliability between Garmin[®] Vector meter and Lode Excalibur Sport[®] cycle ergometer. Res Biomed Eng. 2020;36:333-40. <https://doi.org/10.1007/s42600-020-00073-9>
32. Coakley SL, Passfield L. Cycling performance is superior for time-to-exhaustion versus time-trial in endurance laboratory tests. J Sports Sci. 2018;36:1228-34. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1368691>
33. Wendel, A. Glutathione peroxidase. Meth Enzymol. 1981;77:325-33. [https://doi.org/10.1016/s0076-6879\(81\)77046-0](https://doi.org/10.1016/s0076-6879(81)77046-0)
34. Giustarini D, Dalle-Donne I, Milzani A, et al. Analysis of GSH and GSSG after derivatization with N-ethylmaleimide. Nat Protoc. 2013;8:1660-69. <https://doi.org/10.1038/nprot.2013.095>

35. Serafini M, Maiani G, Ferro-Luzzi A. Alcohol-free red wine enhances plasma antioxidant capacity in humans. *J Nutr*. 1998;128:1003-07.
<https://doi.org/10.1093/jn/128.6.1003>
36. Levine RL, Garland D, Oliver CN, et al. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Meth Enzymol*. 1990;186:464-78.
[https://doi.org/10.1016/0076-6879\(90\)86141-h](https://doi.org/10.1016/0076-6879(90)86141-h)
37. Domijan AM, Ralić J, Radić Brkanac S, et al. Quantification of malondialdehyde by HPLC-FL – application to various biological samples. *Biomed Chromatogr*. 2014;29:41-6. <https://doi.org/10.1002/bmc.3361>
38. Grotto D, Santa Maria LD, Boeira, S, et al. Rapid quantification of malondialdehyde in plasma by high performance liquid chromatography–visible detection. *J Pharm Biomed Anal*. 2007;43:619-624.
<https://doi.org/10.1016/j.jpba.2006.07.030>
39. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd edition. Erlbaum Associates: Hillsdale, MI, USA; 1998.
40. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham, AM, et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:3-13.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
41. Faude O, Hecksteden A, Hammes D, et al. Reliability of Time-to-Exhaustion and Selected Psycho-Physiological Variables during Constant-Load Cycling at the Maximal Lactate Steady-State. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;42:142-47.
<https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0375>
42. Murphy CA, Cook MD, Willems MET. Effect of New Zealand Blackcurrant Extract on Repeated Cycling Time Trial Performance. *Sports*. 2007;5:25.
<https://doi.org/10.3390/sports5020025>

43. Toscano LLT, Silva AS, De França ACL, et al. A single dose of purple grape juice improves physical performance and antioxidant activity in runners: a randomized, crossover, double-blind, placebo study. *Eur J Nutr*. 2019;59:2997-3007.
<https://doi.org/10.1007/s00394-019-02139-6>
44. Potter JA, Hodgson CI, Broadhurst M. Effects of New Zealand blackcurrant extract on sport climbing performance. *Eur J Appl Physiol*. 2020;120:67-75.
<https://doi.org/10.1007/s00421-019-04226-2>
45. Howatson G, Snaith GC, Kimble R, et al. Improved Running Endurance Performance Following Haskap Berry (*Lonicera caerulea* L.) Ingestion. *Nutrients*. 2022;14:780. <https://doi.org/10.3390/nu14040780>
46. Le Moal E, Pialoux V, Juban G, et al. Redox Control of Skeletal Muscle Regeneration. *Antioxid & Redox Signal*. 2017;27:276–310.
<https://doi.org/10.1089/ars.2016.6782>
47. Ferreira LF, Reid MB. Muscle-derived ROS and thiol regulation in muscle fatigue. *J Appl Physiol*. 2008;104:853–60. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00953.2007>
48. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-Induced Oxidative Stress: Cellular Mechanisms and Impact on Muscle Force Production. *Physiol Rev*. 2008;88:1243–76.
<https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2007>
49. Ammar A, Turki M, Hammouda O, et al. Effects of Pomegranate Juice Supplementation on Oxidative Stress Biomarkers Following Weightlifting Exercise. *Nutrients*. 2017;9:1-13. <https://doi.org/10.3390/nu9080819>
50. Terrazas SIBM, Galan BSM, De Carvalho FG, 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*. 2020;59:2985-95.
<https://doi.org/10.3390/nu9080819>

51. Leaf DA, Kleinman MT, Hamilton M, et al. The effect of exercise intensity on lipid peroxidation. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:1036-9.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199708000-00008>
52. Paschalis V, Theodorou AA, Margaritelis NV, et al. N-acetylcysteine supplementation increases exercise performance and reduces oxidative stress only in individuals with low levels of glutathione. *Free Radic Biol Med.* 2018;115:288–97.
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.12.007>
53. Clifford T, Scott A, Mitchell N. The influence of different sources of polyphenols on submaximal cycling and time trial performance. *J Athl Enhanc.* 2013;2:S10.
<https://doi.org/10.4172/2324-9080.10001307>
54. Perkins I C, Vine SA, Blacker SD. New Zealand Blackcurrant Extract Improves High-Intensity Intermittent Running. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25:487-93.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0020>
55. Willems MET, Cousins L, Williams D. Beneficial Effects of New Zealand Blackcurrant Extract on Maximal Sprint Speed during the Loughborough Intermittent Shuttle Test. *Sports.* 2016;4:42. <https://doi.org/10.3390/sports4030042>
56. Torregrosa-García A, Ávila-Gandía V, Luque-Rubia AJ, et al. Pomegranate Extract Improves Maximal Performance of Trained Cyclists after an Exhausting Endurance Trial: A Randomised Controlled Trial. *Nutrients.* 2019;11:721.
<https://doi.org/10.3390/nu11040721>
57. Morales-Alamo D, Calbet JAL. Free radicals and sprint exercise in humans. *Free Radic Res.* 2013;48:30-42. <https://doi.org/10.3109/10715762.2013.825043>
58. Finsterer J. Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:1-13. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-218>
59. Montanari S, Sahin MA, Lee BJ, et al. No Effects of New Zealand Blackcurrant Extract on Physiological and Performance Responses in Trained Male Cyclists

Undertaking Repeated Testing across a Week Period. *Sports*. 2020;8:114.

<https://doi.org/10.3390/sports8080114>

60. Montanari S, Sahin MA, Lee BJ, et al. No Effects of Different Doses of New Zealand Blackcurrant Extract on Cardiovascular Responses During Rest and Submaximal Exercise Across a Week in Trained Male Cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2021;31:66–72. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0164>

61. Strauss JA, Willems MET, Shepherd SO. New Zealand blackcurrant extract enhances fat oxidation during prolonged cycling in endurance-trained females. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118:1265-72. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3858-3>

62. Mendes BC, Copetti CLK, Panza VSP, et al. Effects of *Euterpe edulis* Martius on inflammatory responses to high-intensity intermittent exercise: Cross-over randomized trial. *Nutrition*. 2021;91-92:111344. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111344>

63. Marsiglia WIML. Biodisponibilidade e potencial antioxidante de uma bebida funcional desenvolvida a partir do pó da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) desidratada. Doctoral thesis of Federal University of Campina Grande 2019; 127p.

64. Pereira DCS, da Silva LCP, Beres C, et al. Bioacessibilidade de compostos bioativos e potencial antioxidante de polpa de juçara em pó (*Euterpe edulis*). XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos 2018; p. 1-8.

Table 1 – Participants characteristics ($n=20$).

Variables	Mean \pm SD
Age (years)	34 \pm 7
Height (m)	1.75 \pm 0.07
Body Mass (kg)	79 \pm 12.4
BMI (kg/m ²)	25.6 \pm 3.5
Body Fat (%)	20.1 \pm 6.5
Fat Free Mass (kg)	62.9 \pm 7.6
Maximum power in the Incremental Test (W)	348 \pm 51
Power 80% in the Incremental Test (W)	276 \pm 40
Initial Sprint/PPO in the Incremental Test (W)	2182 \pm 305
Initial Sprint/Mean Power in the Incremental Test (W)	1229 \pm 223
Initial Rate of Fatigue in the Incremental Test (%)	66 \pm 9
Final Sprint/PPO in the Incremental Test (W)	1981 \pm 377
Final Sprint/Mean Power in the Incremental Test (W)	1040 \pm 242
Final Rate of Fatigue in the Incremental Test (%)	77 \pm 11
RPM in the Incremental Test	90 \pm 5
Maximum Heart Rate in the Incremental Test (beats/min)	187 \pm 8
Incremental pre-test lactate (mmol/L)	1.7 \pm 0.9
Incremental post-test lactate (mmol/L)	10.4 \pm 4.9
Habitual intake (per day)	
Total energy (kcal)	2216 \pm 712
Carbohydrates (g)	258 \pm 91
Proteins (g)	110 \pm 35.05
Lipids (g)	80 \pm 34
Fibers (g)	22 \pm 8
Anthocyanins (mg)	225 \pm 392

BMI: body mass index; PPO: Power Peak Output; RPM: rotations per minute; SD: standard deviation.

Table 2 - Nutritional composition of juçara powder (10 g) and placebo (10 g).

	Juçara Powder	Placebo
Total energy (kcal)	22	22
Carbohydrates (g)	1.54	1.54
Proteins (g)	0.64	0.64
Lipids (g)	1.47	1.47
Total fiber (g)	5.61	4.98
Soluble fiber (g)	0.01	0.01
Insoluble fiber (g)	5.60	4.97
Total phenols (mg)	630	0
Anthocyanins (mg)	240	0

Table 3 - Data during time-to-exhaustion (TTE) cycling at 80% of maximal power.

Variables	Juçara Powder	Placebo
Initial Sprint/PPO (W)	2450 ± 281	2368 ± 352
Initial Sprint/Mean Power (W)	1372 ± 191	1362 ± 211
Initial Rate of Fatigue (%)	71 ± 6	70 ± 8
Final Sprint/PPO (W)	2181 ± 332	2339 ± 314
Final Sprint/Mean (W)	1266 ± 251	1271 ± 218
Final Rate of Fatigue (%)	79 ± 10	77 ± 11
RPM	148 ± 21	147 ± 28
Maximum Heart (beats/min)	170 ± 8	170 ± 7

Data reported as mean ± SD. PPO: Power Peak Output; RPM: rotations per minute; SD: standard deviation.

Table 4 – Concentration of oxidative stress biomarkers and lactate before the incremental test or after washout period (-2); 1 h before TTE (-1); immediately after TTE (0); and 1 h after TTE (1) with the interventions (JP and PLA) in 20 trained cyclists (continue).

Parameters	Time	JP	PLA	<i>P</i> value ^a	<i>P</i> value ^b	<i>P</i> value ^c
Glutathione Peroxidase (mU/mg Hb)	-2	16.3 ± 9.4	12.0 ± 6.8	0.448	0.376	0.683
	-1	16.5 ± 17.7	14.1 ± 7.9			
	0	15.5 ± 9.7	15.2 ± 9.3			
	1	12.3 ± 6.5	13.1 ± 7.3			
Reduced Glutathione (µmol/g Hb)	-2	5.4 ± 1.2	5.5 ± 1.4	0.049*	0.058	0.190
	-1	5.2 ± 1.2	4.8 ± 1.3			
	0	5.9 ± 1.3	5.0 ± 1.5			
	1	5.9 ± 1.5	5.2 ± 0.8			
Total phenols (mg equivalent gallic acid/liter)	-2	101.4 ± 10.8	104.5 ± 27.9	0.809	0.435	0.679
	-1	104.5 ± 16.7	99.8 ± 21.7			
	0	98.9 ± 10.3	97.8 ± 21.4			
	1	102.9 ± 15.9	101.4 ± 21.0			
Protein Carbonyls (nmol/mg protein)	-2	2.1 ± 0.6	1.9 ± 0.5	0.948	0.307	0.347
	-1	2.0 ± 0.4	1.9 ± 0.7			
	0	2.0 ± 0.6	2.2 ± 0.8			
	1	1.9 ± 0.6	2.0 ± 0.6			

Table 4 – Cont. Concentration of oxidative stress biomarkers and lactate before the incremental test or after washout period (-2); 1 h before TTE (-1); immediately after TTE (0); and 1 h after TTE (1) with the interventions (JP and PLA) in 20 trained cyclists.

Parameters	Time	JP	PLA	<i>P</i> value ^a	<i>P</i> value ^b	<i>P</i> value ^c
Malondialdehyde (nmol/L)	-2	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.003*	0.177	0.134
	-1	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.2			
	0	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.1			
	1	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.1			
Lactate (mmol/L)	-1	2.0 ± 0.9	1.9 ± 0.8	0.661	< 0.001*	0.048
	0	8.8 ± 3.9	9.7 ± 3.7			
	1	2.6 ± 1.7	2.1 ± 0.8			

Values are reported as mean ± SD.

Time -2: Before incremental test or after washout period; Time -1: 1 h before TTE; Time 0: immediately after the TTE; Time 1: 1 h after TTE.

JP: juçara powder; PLA: placebo; GPx: Glutathione Peroxidase; GSH: Reduced Glutathione; PC: Protein Carbonyls; MDA: malondialdehyde.

RM-ANOVA: ^aTreatment; ^bTime; ^cTreatment and time interaction. *Significant values.

Fig. 1 Experimental design. The study was divided into three sessions. **Session 1:** In the first session (week before the tests) samples of venous and capillary blood were collected for evaluation of oxidative stress biomarkers and blood lactate, respectively. Then, the familiarization and the incremental test on the cycle ergometer were performed. Soon after, capillary blood samples were collected again to assess blood lactate. On the same day, the participants were randomized to receive the sachets with the juçara powder or placebo for consumption during six days. **Session 2:** On the test day, which was the seventh day of consumption, the juçara powder or placebo sachet was offered by the researcher 1 hour before (T-1) the cycling time-trial to exhaustion (TTE). Venous and capillary blood samples were collected 1 hour before (T-1) (before ingestion of interventions), immediately after (T0) and 1 hour after (T1) the cycling TTE to assess oxidative stress biomarkers and blood lactate concentration, respectively. The 5-s sprints occurred before and after the cycling TTE. After an interval of 14 days (washout period), the blood samples were collected again and the treatments were reversed (**Session 3**)

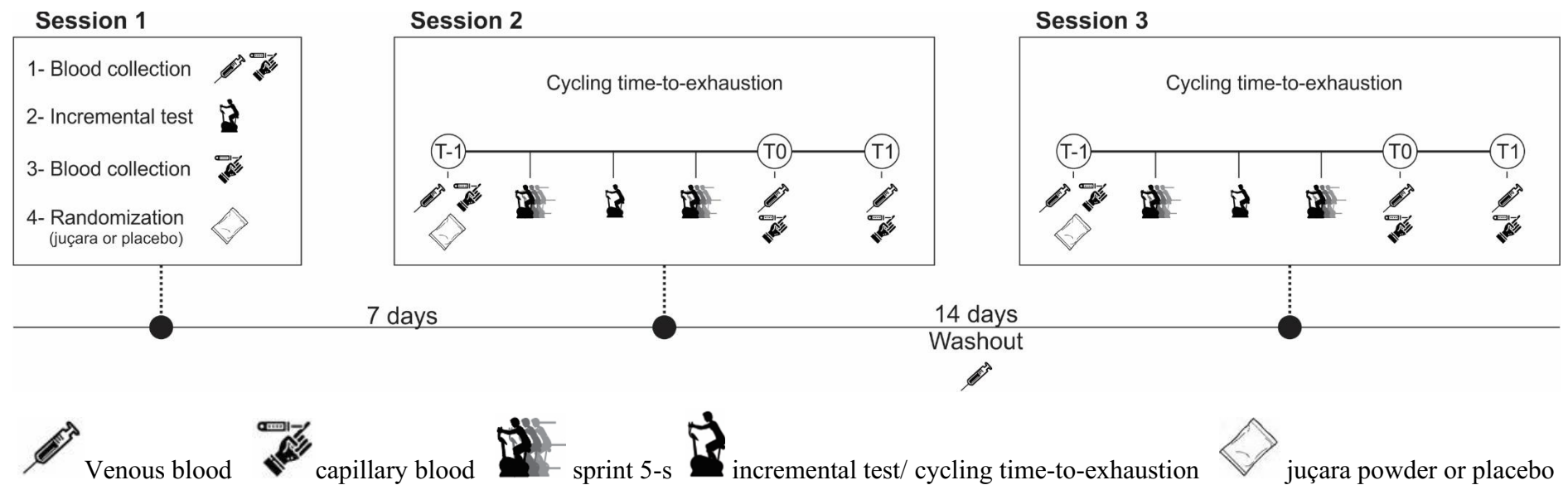


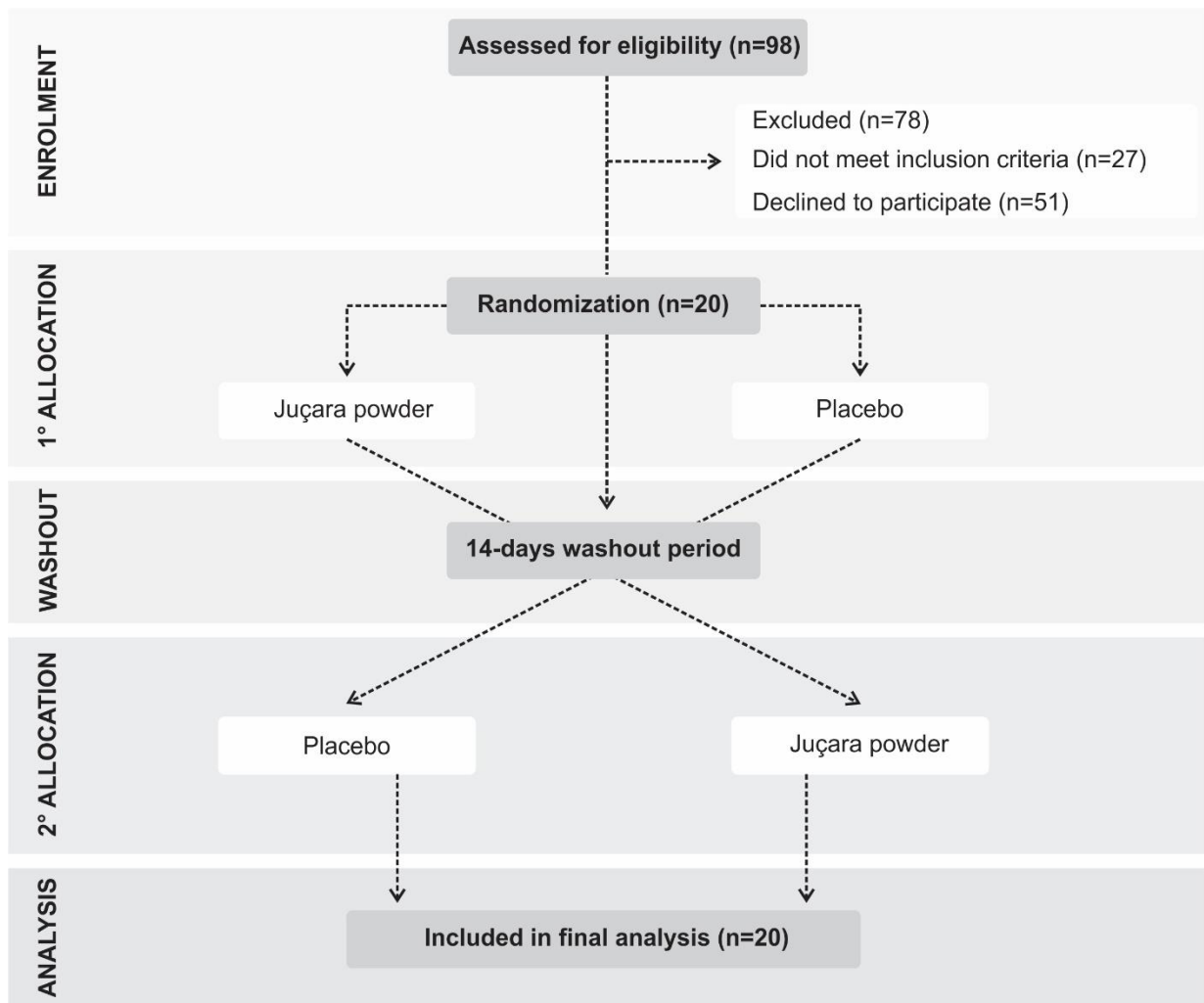
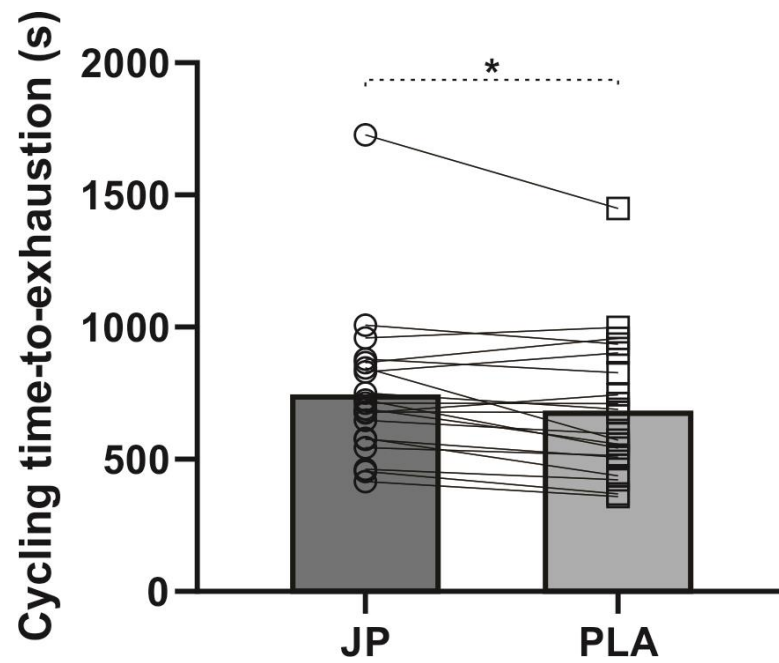
Fig. 2 Flowchart of the study

Fig. 3 Cycling time-to-exhaustion (TTE) at 80% of maximal power. Columns show groups mean and individual values. Cycling TTE improved after JP ($P < 0.019$). JP = juçara powder; PLA = placebo. *Significant intergroup difference



Supplementary Material



JARAGUÁ DO SUL (SC), 23 fevereiro 2021

Certificado de Análise

Código Produto: DR0050657.0001
 Descrição Produto: AÇAI EM FLOCOS

Código Prod. Cliente:

Lote: 0130067677
 Quantidade: 10.000,00 g
 Nota Fiscal: 000033207

Data Fabricação: 03/02/2021
 Data Validade: 24/01/2023
 Pedido: 300032567

Análise	Método	Resultado	Especificação
Aparência (Aspecto e Cor)	Visual	Conforme	Floco Fino Bordo
Análise Sensorial (Odor e Sabor)	Comparação Pareada	Conforme	Conforme
Umidade 105°C	Estufa	5,19	g/100g
Peso Específico	Gravimétrico	0,24	g/mL
Poifenóis totais	Espectrofotométrico	6,30	g/100g
Granulometria 0,85mm(ASTM20)	Granulométrico	0,29	g/100g
Proteína Bruta (N x 6,25)	Kjeldahl	6,41	g/100g
Cinzas	Gravimetria	2,21	g/100g
Lipídios	Extração Soxhlet	14,72	g/100g
Antodaninas Totais	Espectrofotométrico	2395,98	mg/100g
Contagem total de aeróbios mesófilos	Petrifilm	100	Máx. 1000 UFC/g
Bolores e Leveduras	Petrifilm	100	Máx. 100 UFC/g
Escherichia coli	Fluorocult	Ausência	Ausência /g
Staphylococcus aureus	Plaqueamento	Ausência	Ausência /g
Salmonella spp	Plaqueamento	Ausência	Ausência /25g
Coliformes Totais	Fluorocult	3	Máx. 10 NMP/g
Armazenamento			EVITAR EXPOSIÇÃO À LUZ SOLAR. MANTER EM LOCAL SECO E VENTILADO. MANTER NA EMBALAGEM ORIGINAL, SEMPRE BEM FECHADA.

Luciana Marques Das Portas Luiz

CRQ: 08200793

DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA

Endereço: RODOLFO HUFENUSSLER, 755
 Caixa Postal: 89251-801 - JARAGUÁ DO SUL (SC) BRASIL
 Tel.: +55 47 3372 9000
 Homepage: www.duasrodas.com
 E-mail: comercial@duasrodas.com



Relatório de ensaio AR-21-GB-056151-01-N
Código da amostra 691-2021-00040792

Data 15/03/2021
Página 1/2

DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA
Luisa Parucker
 luisa.parucker@duasrodas.com
 RUA RUDOLFO HUFENUESSLER N.755
 755
 CENTRO
 89251901 JARAGUA DO SUL/SC
 BRASIL



Com cópia para: Oliveira (rodrigo.deoliveira@duasrodas.com)

Referência do cliente:	DR0000007-0001		
Dados da amostra:	005-30403-0000857461		
	AÇAI EM FLOCOS		
Embalagem:	Embalagem plástica		
Data do pedido:	17/03/2021		
Data de recebimento:	18/03/2021		
Início da Análise:	19/03/2021		
Término da Análise:	15/03/2021		
Quantidade de Amostra	307g	Lote	0130067677

Resultados de ensaio

Parâmetro	Resultado	Unidade
GR002 GR Fibra Alimentar Insolúvel Fibra alimentar, Insolúvel	55,95	g/100 g
GR003 GR Fibra Alimentar Solúvel Fibra Alimentar Solúvel	0,12	g/100 g
GR004 GR Fibra Alimentar Total Fibra alimentar total	56,07	g/100 g
GR109 GR Lipídios totais Lipídios totais	17,0	g/100 g
GR674 GR Umidade e Substâncias Voláteis Umidade e voláteis	8,92	g/100 g

Lista de Métodos

GR002 - Fibra Alimentar Insolúvel: AOAC 991.43
 GR003 - Fibra Alimentar Solúvel: AOAC 991.43
 GR004 - Fibra Alimentar Total: AOAC 991.43
 GR109 - Lipídios totais: Método Interno, Gravimetria
 GR674 - Umidade e Substâncias Voláteis: Método 0137V do Instituto Adolfo Lutz-2008

Eurofins do Brasil Análises de Alimentos Ltda

Rod. Eng. Ermênio O. Penteado, Km 57,7 s/n
 Condomínio Industrial -Prédio 1
 Bairro Tombadoro
 CEP 13337-300
 Indaiatuba/São Paulo
 BRASIL

Fone+55 19 2107 5500
 comercial@eurofins.com
 www.eurofins.com.br

5.3 OUTRAS PUBLICAÇÕES DURANTE O DOUTORADO

Além dos produtos originários da tese, a doutoranda publicou outros trabalhos durante o doutorado, incluindo alguns que esteve envolvida desde o mestrado, sendo estes trabalhos publicados na forma de artigos científicos, trabalho completo publicado em anal de congresso, resumos e apresentações em congressos científicos:

5.3.1 Artigos científicos

Artigo original oriundo da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; ORSSATTO, L. B. R.; DIEFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; LIZ, S.; MENDES, B. C.; VENSKE, D. K. R.; VIEIRA, F. G. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Acute effect of juçara juice (*Euterpe edulis* Martius) on oxidative stress biomarkers and fatigue in a high-intensity interval training session: A single-blind cross-over randomized study. **Journal of Functional Foods**, v. 67, p. 103835, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103835>

Artigo original oriundo de tese de doutorado do grupo de pesquisa:

LIZ, S.; CARDOSO, A. L. **COPETTI, C. L. K.**; HINNIG, P. F.; VIEIRA, F. G. K.; SILVA, E. L.; SCHULZ, M.; FETT, R.; MICKE, G. A.; DI PIETRO, P. F. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) juices improved HDL-c levels and antioxidant defense of healthy adults in a 4-week randomized cross-over study. **Clinical Nutrition**, v. 11, n. 10, 1902, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.04.007>

Artigo de revisão oriundo de tese de doutorado do grupo de pesquisa:

BAPTISTA, S. L.; **COPETTI, C. L. K.**; CARDOSO, A. L.; DI PIETRO, P. F. Biological activities of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) fruits intake: a review of human studies. **Nutrition Reviews**, v. 79, n. 12, p. 1375-1391, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab002>

Artigo original oriundo de dissertação de mestrado em parceria:

MENDES, B. C.; **COPETTI, C. L. K.**; PANZA, V. S. P.; ORSATTO, L. B. R.; ROSA, J. S.; DIEFETHAELER, F.; DALMARCO, E. M.; DI PIETRO, P. F.; RIEGER, D. K. Effects of *Euterpe edulis* Martius on inflammatory responses to high-intensity intermittent exercise:

Cross-over randomized trial: Effect of juçara juice. **Nutrition**, 111344, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111344>

Artigo de resposta ao editor referente à tese de doutorado do grupo de pesquisa:

DI PIETRO, P. F.; HINNIG, P. F.; **COPETTI, C. L. K.**; DE LIZ, S.; DA SILVA, E. L. Reply - Letter to the editor: Methodological issues on açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) juices improved HDL-c levels and antioxidant defense of healthy adults in a 4-week randomized cross-over study. **Clinical Nutrition**, v. 41, n. 1, p. 264-265, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.12.002>

Artigo de revisão sistemática e metanálise oriundo de tese de doutorado em parceria:

DE ABREU, A. M.; **COPETTI, C. L. K.**; HAUSCHILD, D. B.; DI PIETRO, P. F.; WAZLAWIK, E. Effects of supplementation with vegetable sources of alpha-linolenic acid (ALA) on inflammatory markers and lipid profile in chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition**, v. 41, n. 6, p. 1434-1444, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.02.013>

Artigo original oriundo de trabalho de conclusão de curso em parceria:

SCHLÖSSER, L.; DELGADO, F. S. G.; DA SILVA, L. V.; **COPETTI, C. L. K.**; DI PIETRO, P. F.; HINNIG, P. F.; DE CARVALHO, J.; MORENO, Y. M. F.; HANSEN, F. Validity of body fat percentage through different methods of body composition assessment in male elite soccer referees. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 24, e84121, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2022v24e84121>

Artigo original oriundo de tese de doutorado do grupo de pesquisa:

CARDOSO, A. L.; TEIXEIRA, L. L.; HASSIMOTTO, N. M. A.; BAPTISTA, S. L.; **COPETTI, C. L. K.**; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. G. K.; MICKE, G. A.; VITALI, L.; DE ASSIS, M. A. A.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DA SILVA, E. L.; DI PIETRO, P. F. Kinetic profile of urine metabolites after acute intake of a phenolic compounds-rich juice of juçara (*Euterpe edulis* Mart.) and antioxidant capacity in serum and erythrocytes: A human study. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 11, 9555, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24119555>

5.3.2 Trabalho completo publicado em anal de congresso

SCHULZ, M.; BRUGNEROTTO, P.; SERAGLIO, S. K. T.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; **COPETTI, C. L. K.**; DE LIZ, S; DI PIETRO, P. F.; FETT, R. Ácidos orgânicos alifáticos, acidez e açúcares em açaí (*Euterpe oleracea* Martius) e polpa de juçara (*Euterpe edulis* Martius). **III Congresso Tocantinense de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2020. Anais do III Congresso Tocantinense de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2020.

5.3.3 Resumos publicados em anais de congressos

Resumo com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; ORSATTO, L. B. R.; DIEFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; LIZ, S.; MENDES, B. C.; VENSKE, D. K. R.; VIEIRA, F. G. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Suco de juçara (*Euterpe Edulis* Martius) contribuiu com as respostas antioxidantes e redução da fadiga em uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade. **16º Congresso Nacional da SBAN Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, 2022, São Paulo. Anais do 16º Congresso Nacional da SBAN Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 2022.

Resumo com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; ORSATTO, L. B. R.; DIEFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; BAPTISTA, S. L.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. *Acute effect of juçara juice (Euterpe edulis Martius) on oxidative stress biomarkers and fatigue in a high-intensity interval training session: A singleblind cross-over randomized study.* **2nd Edition - Global Virtual Conference on FOOD AND NUTRITION**, 2021.

Resumo com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; KRIEGUER, J. R.; ORSATTO, L. B. R.; DIEFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; BAPTISTA, S. L.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Efeito do consumo agudo do suco de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores do estresse oxidativo e fadiga em uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e cross-over. **Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde**, 2021.

Resumo com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; KRIEQUER, J. R.; ORSATTO, L. B. R.; DIFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; BAPTISTA, S. L.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Efeito do consumo agudo do suco de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores do estresse oxidativo e fadiga em uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e cross-over. In: **III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional**, 2020, On-line. III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional (ISSN 2674-676X), 2020.

Resumo de trabalho com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; KRIEQUER, J. R.; ORSATTO, L. B. R.; DIFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; BAPTISTA, S. L.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Efeito do consumo agudo do suco de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores do estresse oxidativo antes e após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e cross-over. **XIII Semana Científica da Nutrição - UFSC III**, 2018.

Resumo com resultados da dissertação de mestrado em parceria:

REINERT, C.; **COPETTI, C. L. K.**; DELGADO, F.; MENDES, G. S.; SCHLOSSER, L.; VIEIRA, L.; GABIATTI, M. P.; JONK, V. S.; FACCIN, G. L.; MORENO, Y. F.; CARVALHO, J.; HANSEN, F. Perfil de saúde e composição corporal de árbitros de Santa Catarina integrantes da Confederação Brasileira de Futebol. **7º Meeting Brasileiro de Nutrição Esportiva**, 2018, São Paulo. Anais do 7º Meeting Brasileiro de Nutrição Esportiva, 2018.

5.3.4 Apresentação de trabalhos

Apresentação de trabalho com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; KRIEQUER, J. R.; ORSATTO, L. B. R.; DIFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; BAPTISTA, S. L.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Efeito do consumo agudo do suco de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores do estresse oxidativo antes e após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e cross-over. **XIII Semana Científica da Nutrição - UFSC III**, 2018.

Apresentação de trabalho com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; KRIEQUER, J. R.; ORSATTO, L. B. R.; DIEFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; BAPTISTA, S. L.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Efeito do consumo agudo do suco de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores do estresse oxidativo e fadiga em uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e cross-over. **III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional**, 2020.

Apresentação de trabalho com resultados da dissertação de mestrado da doutoranda:

COPETTI, C. L. K.; KRIEQUER, J. R.; ORSATTO, L. B. R.; DIEFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; SILVA, E. L.; BAPTISTA, S. L.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Efeito do consumo agudo do suco de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre biomarcadores do estresse oxidativo e fadiga em uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e cross-over. **Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde**, 2021.

Apresentação de trabalho com resultados em parceria com pós-doutoranda de grupo de pesquisa parceiro:

SCHULZ, M.; BRUGNEROTTO, P.; SERAGLIO, S. K. T.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; **COPETTI, C. L. K.**; DE LIZ, S.; DI PIETRO, P. F.; FETT, R. Ácidos orgânicos alifáticos, acidez e açúcares em açaí (*Euterpe oleracea* Martius) e polpa de juçara (*Euterpe edulis* Martius). **III Congresso Tocantinense de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2020.

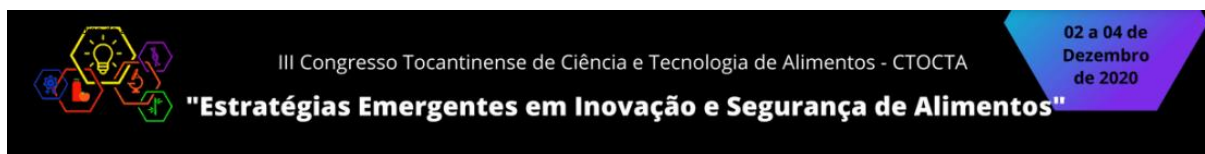
5.3.5 Premiações e títulos

Dentre os trabalhos mencionados acima, destacam-se as seguintes premiações e títulos:

5.3.5.1 Melhor trabalho apresentado no Congresso VP Online (III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional e V Congresso Norte-Nordeste de Nutrição Clínica e Esportiva Funcional), Centro de Nutrição Funcional, 2020




5.3.5.2 Premiação na categoria melhores trabalhos submetidos ao III Congresso Tocantinense de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Tocantins, 2020



CERTIFICADO

Certificamos que o artigo **Ácidos orgânicos alifáticos, acidez e açúcares em açaí (Euterpe oleracea Martius) e polpa de juçara (Euterpe edulis Martius)** de autoria(s) de **Mayara Schulz, Patricia Brugnerotto, Siluana Katia Tischer Seraglio, Luciano Valdemiro Gonzaga, Ana Carolina Costa, Cândice Laís Knöner Copetti, Sheyla de Liz Baptista, Patricia Faria Di Pietro e Roseane Fett** foi premiado na categoria **MÉLHORES TRABALHOS** submetidos no **III CONGRESSO TOCANTINENSE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, realizado de forma online no período de 02 a 04 de Dezembro de 2020.

PALMAS - TO, 16 de Dezembro de 2020.


 Alex Fernando de Almeida
 Coordenador do Evento

Realização:



5.3.5.3 Destaque “Mérito Científico” pela apresentação oral e ao vivo no Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), 2021



CERTIFICADO

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná certifica que **Cândice Laís Knöner Copetti**, recebeu o destaque “Mérito Científico” pela apresentação do trabalho intitulado “**Efeito do consumo agudo do suco de juçara (euterpe edulis martius) sobre biomarcadores de estresse oxidativo e fadiga em uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e cross-over**”, apresentado de forma oral e ao vivo, no **Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde**, realizado remotamente entre os dias 23 e 25 de junho de 2021.

Prof. Dr. Ricardo Pinho
Coordenador do evento



5.3.5.4 Menção Honrosa pelo tema livre oral apresentado na área de Nutrição e Atividade Física no 16º Congresso Nacional da SBAN, Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN, 2022

CERTIFICADO



16º CONGRESSO DA sban

11 A 13-08-22 | FECOMERCIO-SP

Conferimos ao trabalho

SUCO DE JUÇARA (EUTERPE EDULIS MARTIUS) CONTRIBUIU COM AS RESPOSTAS ANTIOXIDANTES E REDUÇÃO DA FADIGA EM UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE

dos autores CÂNDICE LAÍS KNÖNER COPETTI; LUCAS BET DA .ROSA ORSSATTO; FERNANDO DIFENTHAELER; TAÍS THOMSEN SILVEIRA; EDSON LUIZ DA SILVA; SHEYLA DE LIZ BAPTISTA; BRUNA CUNHA MENDES; DÉBORA KURRE RIEGER; FRANCILENE GRACIELI KUNRADI VIEIRA; PATRÍCIA DE FRAGAS HINNIG; MAYARA SCHULZ; ROSEANE FETT; PATRICIA FARIA DI PIETRO o "Menção Honrosa" pelo trabalho apresentado na modalidade Apresentação Oral, durante o 16º Congresso Nacional da SBAN, realizado de 11 a 13 de agosto de 2022 na FECOMÉRCIO em São Paulo/SP.

13 de agosto de 2022

Para validar, acesse <http://www.ccmcongresses.com.br/validacao/?cod=50904625>



Marcos Ferreira Minicucci
Presidente do
16º Congresso Nacional da SBAN



Thomas Prates Ong
Vice-Presidente do
16º Congresso Nacional da SBAN



Sueli Longo
Presidente da Sociedade Brasileira
de Alimentação e Nutrição

Realização:



Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição

Gerenciamento:



CCM GROUP 20 ANOS

6. PRODUÇÕES TÉCNICAS

6.1 APRESENTAÇÃO DE TRABALHO NO CONGRESSO VP ONLINE (III CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO FUNCIONAL E V CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE NUTRIÇÃO CLÍNICA E ESPORTIVA FUNCIONAL), CENTRO DE NUTRIÇÃO FUNCIONAL, 2020

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_L15154Trx0



6.2 PAPO CIENTÍFICO NO INSTAGRAM DA EMPRESA AÇAÍ JUÇARA BARBACUÁ

Elaboração e divulgação de textos sobre os estudos desenvolvidos pelo Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo (GENEO), entre os dias 3 a 7 de agosto de 2020.

Disponível em:

<https://www.instagram.com/p/CDceUvNg140/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>

JUÇARA - PAPO CIENTÍFICO

Será que consumir juçara traz benefícios à saúde humana? O que a ciência tem mostrado?

acaibarbacua • Seguindo UFSC

acaibarbacua #dia01

Boa noite pessoal,

Esta semana vamos dar início a uma série de posts sobre estudos que investigaram os efeitos da ingestão de #juçara em seres humanos!

Será que consumir #juçara traz benefícios à saúde? O que a #ciência tem mostrado?

Esses estudos foram desenvolvidos pelo Grupo de Estudos em #Nutrição e Estresse Oxidativo da Universidade Federal de Santa Catarina (GENEO-UFSC), pioneiro na investigação dos efeitos da ingestão dos frutos iucara

Curtido por sheyladelizb e outras 97 pessoas

AGOSTO 3, 2020

Adicione um comentário... Publicar

<https://www.instagram.com/p/CDeMUeTA3zw/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>

JUÇARA - PAPO CIENTÍFICO

Antes de falarmos sobre os resultados dos estudos científicos, vamos conhecer um pouco mais sobre a juçara?

acaibarbacua • Seguindo UFSC

acaibarbacua Hoje às 20h postaremos o estudo pioneiro sobre juçara e seus benefícios no organismo humano, realizado pelo GENEÓ-UFSC.

No entanto, achamos crucial compartilharmos aqui, primeiramente, algumas informações sobre a palmeira #juçara (Euterpe edulis).

A juçara é nativa da Mata Atlântica, encontrada principalmente nas regiões sudeste e sul do Brasil, é mais conhecida pela produção de palmito. Porém, com o corte da árvore para produção de palmito – muitas vezes de forma ilegal – a palmeira encontra-se ameaçada de extinção. Para preservar essa espécie, a utilização

Curtido por sheyladelizb e outras 97 pessoas

AGOSTO 4, 2020

Adicione um comentário... Publicar

<https://www.instagram.com/p/CDfCpKGAcN/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>



JUÇARA - PAPO CIENTÍFICO

Afinal, o consumo de juçara exerce efeito antioxidante no organismo humano?

acaibarbacua • Seguindo UFSC

acaibarbacua #dia02

O primeiro estudo realizado em seres humanos com frutos juçara foi conduzido pelo Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo da Universidade Federal de Santa Catarina (GENEO-UFSC) e avaliou os efeitos da ingestão única de 1 copo de suco de juçara em adultos saudáveis. O objetivo deste estudo foi pesquisar se a juçara exercia ou não efeito antioxidante no organismo humano.

A partir de dosagens sanguíneas antes e após 1h, 2h e 4h de ingestão de 450 mL de suco de juçara, por 11 adultos saudáveis, observou-se aumento do

Curtido por sheyladelizb e outras pessoas
AGOSTO 4, 2020

Adicione um comentário... Publicar

UFSC GENEO Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo - UFSC CNPq CAPES

<https://www.instagram.com/p/CDhngTfg9zQ/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>



JUÇARA - PAPO CIENTÍFICO

Quais efeitos no organismo humano são observados após a ingestão de juçara por um período de tempo maior?

E ainda, os efeitos da ingestão de juçara são melhores que os do açaí?

acaibarbacua • Seguindo UFSC

acaibarbacua #dia03

Já sabemos que a ingestão única de juçara provocou efeito positivo na defesa antioxidante de adultos saudáveis. Será que o mesmo ocorre após a ingestão de juçara por um período de tempo maior? E será que os efeitos da ingestão de juçara são melhores que os do açaí, que é um alimento parecido com juçara?

O Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo da Universidade Federal de Santa Catarina (GENEO-UFSC) tentou levantar evidências quanto a isso. No estudo realizado, 30 adultos saudáveis consumiram 200 mL de polpa de açaí ou de juçara durante

Curtido por sheyladelizb e outras pessoas
AGOSTO 5, 2020

Adicione um comentário... Publicar

UFSC GENEO Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo - UFSC CNPq CAPES

<https://www.instagram.com/p/CDkMR1rA4Qk/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>

JUÇARA - PAPO CIENTÍFICO

Você sabia que os efeitos do consumo de juçara em seres humanos já foram evidenciados no contexto do exercício físico?

Você sabia que os efeitos do consumo do fruto juçara em seres humanos já foram evidenciados no contexto do exercício?

Outro estudo realizado pelo Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo da Universidade Federal de Santa Catarina (GENEÓ-UFSC) avaliou os efeitos do consumo único de juçara sobre biomarcadores do estresse oxidativo e fadiga em uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em 15 indivíduos fisicamente ativos que foram designados para consumir 250 mL de juçara ou água (bebida controle) 1 h

Curtido por sheyladelizb e outras pessoas

AGOSTO 6, 2020

Adicione um comentário... **Publicar**

UFSC GENEÓ Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo - UFSC CNPq CAPES

<https://www.instagram.com/p/CDmxGZxg0uv/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>

JUÇARA - PAPO CIENTÍFICO

E aí, conta pra gente, como você costuma consumir juçara? Você sabia que é possível consumi-la tanto em preparações doces quanto salgadas?

Bom pessoal, chegamos ao último dia da primeira semana científica da juçara, e para encerrar, nada melhor que um banquete de preparações feitas com #juçara não é mesmo?

E aí, conta pra gente, como você costuma consumir juçara? Polpa pura ou misturada com frutas? Suco? Você sabia que é possível usar juçara em receitas culinárias, tanto em #preparações doces quanto em salgadas?

Com o objetivo de divulgar o fruto juçara e incentivar o seu consumo nela comunidade, o Grupo de Estudos

Curtido por sheyladelizb e outras pessoas

AGOSTO 7, 2020

Adicione um comentário... **Publicar**

UFSC GENEÓ Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo - UFSC CNPq CAPES

6.3 APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS REALIZADOS COM AS POLPAS DOS FRUTOS JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius) E AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Martius) DOADAS PELA EMPRESA DUAS RODAS, 2020

 GENE Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo - UFSC	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO	
Apresentação dos estudos realizados com os frutos juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius) e açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Martius) com as amostras doadas pela empresa Duas Rodas		
Apresentação: Profª Drª Patricia Faria Di Pietro (Orientadora) Drª Alyne Lizane Cardoso Drª Sheyla de Liz Baptista Me: Cândice Laís Knöner Copetti	Data: 21/10/2020 Horário: 13:30 horas Local: Plataforma Conferência Web com transmissão ao vivo pelo YouTube	 

6.4 ESTUDO DA UFSC AVALIA IMPACTO DO CONSUMO DE SUCO DE JUÇARA EM EXERCÍCIO DE ALTA INTENSIDADE, 2021. Site institucional da UFSC (Agecom)

Disponível em: <https://noticias.ufsc.br/2021/08/estudo-da-ufsc-avalia-impacto-do-consumo-de-suco-de-juçara-em-exercicio-de-alta-intensidade/>



UFSC

Divulga
Semana
TV UFSC

AGECOM

Conheça a Agecom
Sugestões e Críticas

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

UFSC Ciência

REDES SOCIAIS

Facebook
Twitter
Instagram

IDENTIDADE VISUAL

Marca da UFSC

Notícias Comunidade Estudo da UFSC avalia impacto do consumo de suco de juçara em exercício de alta intensidade

Estudo da UFSC avalia impacto do consumo de suco de juçara em exercício de alta intensidade

20/08/2021 09:46

Uma pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) avaliou o impacto do consumo do suco de juçara em sessões de exercício intervalado de alta intensidade. O fruto é proveniente da palmeira *Euterpe edulis* Martius, também conhecida como palmeira juçara, e frequentemente encontrada na Mata Atlântica, desde o sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul.

É um alimento semelhante ao açaí em aparência e sabor, sendo altamente nutritivo e pode ser benéfico à saúde – em parte, devido à sua elevada atividade antioxidante, conferida principalmente pela presença de antocianinas. As antocianinas são pigmentos encontrados em vegetais que apresentam cores que variam do vermelho intenso ao violeta e azul, coloração encontrada no fruto juçara. Diversos estudos sobre os efeitos do consumo de sucos, polpas ou frutos ricos em antocianinas, avaliados por meio de intervenções agudas ou prolongadas, têm mostrado resultados positivos, como, por exemplo, o aumento da atividade antioxidante.

Em condições fisiológicas, o organismo humano conta com um integrado sistema de defesa antioxidante, que pode ser produzido pelo próprio organismo ou obtido por meio da alimentação. Esse sistema age contra o excesso de espécies reativas de oxigênio que podem causar oxidação de biomoléculas, lesões teciduais, dentre outros prejuízos ao organismo.

Durante o exercício, o consumo de oxigênio para a produção de energia é capaz de aumentar de 10 a 20 vezes em relação aos níveis de repouso, causando um aumento concomitante na produção de espécies reativas de oxigênio, que podem levar ao estresse oxidativo. Estudos sugerem que o consumo de alimentos ricos em antocianinas, como o fruto juçara, pode oferecer proteção antioxidante no exercício, independentemente da duração da intervenção.

Neste cenário, a doutoranda do PPGN/UFSC Cíndice Laís Knöner Capetti realizou uma pesquisa ainda em seu mestrado com o objetivo de avaliar o efeito do consumo único do suco de juçara nos biomarcadores do estresse oxidativo e fadiga em indivíduos fisicamente ativos, antes e após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade HIIT (do inglês *high-intensity interval training*). O estudo proposto foi orientado pela professora Patrícia Faria Di Pietro, coordenadora do Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo (Gemeo), e teve auxílio de bolsa da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (Capes).

A pesquisa teve a participação de 15 voluntários do sexo masculino, com idades entre 21 a 28 anos e envolveu duas etapas com um intervalo de sete dias entre elas. Em uma das etapas, os participantes do estudo realizaram uma sessão de HIIT uma hora após o consumo de 250 ml de suco de juçara e, na outra etapa, a sessão de HIIT foi realizada uma hora após o consumo de 250 ml de água (bebida controle).

A partir de dosagens sanguíneas de uma hora antes do início da sessão, imediatamente após o término e de uma hora depois do fim da sessão de HIIT, evidenciou-se aumento do antioxidante não enzimático glutatona reduzida e redução do índice de estresse oxidativo. Além disso, foi observada redução da fadiga no grupo que consumiu o suco de juçara.

O estudo conclui que a valorização de uma fonte alimentar rica em antioxidantes, ainda pouco estudada em humanos, pode ser promissora no âmbito científico, socioeconômico, ambiental e nutricional. Sugere que futuras pesquisas devem examinar o uso do suco de juçara por um maior período de intervenção, em diferentes doses, bem como em outras condições de exercício, a fim de investigar possíveis alterações nestes e em outros parâmetros bioquímicos, fisiológicos, bem como avaliar a recuperação e desempenho do exercício.

A pesquisa ganhou o prêmio de melhor trabalho apresentada no III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional que, diante da pandemia do coronavírus, foi unificado com o V Congresso Norte-Nordeste de Nutrição Clínica e Esportiva Funcional, realizado de forma remota nos entre os dias 14 e 16 de maio de 2020. Também recebeu o destaque Mérito Científico pela apresentação oral e ao vivo no Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde, evento realizado pela PUC/PR, entre os dias 23 e 25 de junho de 2021.

Tags: HIIT Juçara Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN) UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

Envie sua sugestão de notícia

UFSC notícias

Comprovação da Vacinação

Pré-Ativo de Dados Epidemiológicos

UFSC ciência

Arquivo de notícias

Arquivo de notícias

Selecionar o mês

Audiovisual

UFSC Explica

traduzindo **CIENCIA**

vida **ufsc**

UFSC CIENCIA

entrevista **FALANDO**

CONTATOS

A Agência de Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina é o setor responsável pela atualização de notícias no site da UFSC.

Para solicitar uma divulgação no site, ou falar com o setor, acesse o site da Agecom.

Atendimento à imprensa:
WhatsApp: (48) 3721-9602

6.5 ENTREVISTA PARA CAPES COMO BOLSISTA DESTAQUE - Estudo mostra efeito benéfico de fruto de palmeira para esportistas, 2021

Disponível em:

<https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/estudo-mostra-efeito-benefico-de-fruto-de-palmeira-para-esportistas>

gov.br Ministério da Educação | Órgãos de Governo | Acesso à Informação | Legislação | Acessibilidade | Entrar com o gov.br

CAPES | Digite sua busca | 🔍

Home > Notícias > Estudo mostra efeito benéfico de fruto de palmeira para esportistas

BOLSISTA EM DESTAQUE

Estudo mostra efeito benéfico de fruto de palmeira para esportistas

Teusa da Clínica Luis Kötner Copetti avalia benefícios da fruta durante exercício de alta intensidade

Publicado em 08/10/2021 09h42 | Atualizado em 07/11/2021 13h38 | Compartilhar: [f](#) [t](#) [p](#)



Nutricionista graduada pela Universidade Regional de Blumenau (Furb), Cláudia Luis Kötner Copetti tem especializações em Obesidade e Envelhecimento e Terapia Nutricional e Nutrição Clínica, e mestre em Nutrição pelo Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e doutoranda em Nutrição na mesma instituição.

Seu estudo analisa o efeito do consumo do fruto Jupuná (*Butyrpe edulis Martius*) sobre o estresse oxidativo, fadiga e desempenho de ciclistas. A pesquisadora já recebeu o destaque de Mito Científica pela apresentação oral no Simposio de Bioquímica do Exercício em Saúde, na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e o Prêmio de Melhor Trabalho do II Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional.

Qual é o foco de sua pesquisa no doutorado?
Analisar o efeito do consumo do fruto Jupuná sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados.

Quais os resultados encontrados até o momento?

Devido à pandemia tivemos um atraso em grande parte das atividades anteriores ao período de coleta de dados, como a caracterização química e nutricional das amostras do fruto Jupuná e serem utilizadas no estudo. Esta etapa era crucial para darmos início ao desenvolvimento do placebo para o estudo. A caracterização do fruto Jupuná foi realizada no primeiro semestre deste ano e a etapa de desenvolvimento do placebo foi finalizada neste mês de setembro. Pretendemos iniciar a coleta de dados nos próximos meses.

Qual era o público-alvo estudado?
Ciclistas treinados do sexo masculino com idade entre 20 e 45 anos. Os participantes serão distribuídos aleatoriamente em dois grupos para o recebimento do fruto Jupuná ou placebo, para consumo durante sete dias. No 7º dia realizarão um teste máximo de tempo de exercício em um cicloergômetro. Após um intervalo de 14 dias, os tratamentos serão invertidos, ou seja, os participantes que consumiram o fruto Jupuná consumirão o placebo e os participantes que consumiram o placebo consumirão o fruto Jupuná e então realizarão novamente um teste máximo de tempo de exercício. Serão realizadas coletas sanguíneas para avaliação dos biomarcadores de estresse oxidativo e lactato, um marcador que auxilia na avaliação de fadiga e desempenho, além da avaliação da potência antes e após o teste máximo de tempo de exercício.

Por que estudar o fruto Jupuná?
As propriedades nutricionais do fruto Jupuná vêm chamando a atenção de pesquisadores nos últimos anos em virtude de sua semelhança com os frutos de açaí, principalmente pela presença de ácidos graxos monossaturados, os chamados gorduras boas, e compostos bioativos, especialmente as antocianinas. Estudos demonstram que o elevado potencial antioxidante das antocianinas pode proporcionar benefícios ao organismo humano, como efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, neuroprotetores, propriedades anticancerígenas e cardiovasculares.

Além disso, hoje a palmeira *Butyrpe edulis Martius*, que dá origem ao fruto Jupuná, encontra-se em risco de extinção devido à exploração excessiva madeiras de seu palmeira na década de 1970, principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. Assim, é crescente o apelo à utilização do fruto de palmeira Jupuná para consumo, visto que a redeia desta não culmina na morte da palmeira, podendo contribuir para a preservação da espécie, bem como para a geração de renda.

Quais as vantagens e benefícios desta fruta para os atletas?
Estudos anteriores no contexto do exercício têm mostrado que frutos ricos em antocianinas, como o fruto Jupuná, podem proporcionar benefício no exercício. As antocianinas têm sido associadas a benefícios para saúde por seus efeitos antioxidantes, que podem neutralizar a produção de espécies reativas de oxigênio durante o exercício esportivo que, quando em excesso, podem levar ao estresse oxidativo, isto é, dano por radicais livres. As antocianinas também contribuem para o aumento do fluxo sanguíneo e, potencialmente, reduzem a fadiga, uma vez que o fluxo sanguíneo muscular é primordial para o fornecimento de oxigênio para o músculo e qualquer impedimento do fluxo sanguíneo antecipa a fadiga. Além disso, o aumento do fluxo sanguíneo periférico evita o consumo de oxigênio durante o exercício e é benéfico para o desempenho do atleta.

Os resultados encontrados na pesquisa podem valer para pessoas comuns, sedentárias?
Nesta pesquisa estamos estudando uma determinada quantidade do fruto Jupuná e seus componentes em uma população específica, no caso, ciclistas do sexo masculino. Precisamos ter cautela com a extrapolação dos resultados para a população em geral, uma vez que a estratégia de consumo, isto é, o tempo de consumo e a quantidade, foi destinada a uma população e a uma situação específica. Entretanto, devido ao seu alto valor nutricional, o fruto Jupuná pode proporcionar diversos benefícios ao organismo humano. O Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo (Geneti) da UFSC foi o primeiro a estudar os efeitos do consumo do fruto Jupuná em humanos e, também, no contexto do exercício, evidenciando efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, aumento das concentrações de HDL, o colesterol bom, bem como redução da fadiga, esta última no contexto do exercício. Outros estudos realizados em humanos também evidenciaram efeitos na modulação de marcadores epigenéticos de adultos obesos, podendo contribuir para a redução do risco de doenças metabólicas, na modulação inflamatória relacionada à obesidade, aumento das bactérias intestinais benéficas de indivíduos com obesidade, além de redução da gordura corporal.

Qual contribuição da CAPES para sua trajetória profissional?
Sou extremamente grata à CAPES pela concessão da bolsa durante o mestrado e também agora no doutorado. Com este auxílio da CAPES tenho o privilégio de me dedicar exclusivamente às atividades acadêmicas durante este período intenso de estudos.

Legenda das imagens:
Banco Imagens: Gustavo Pado (Banco/Edição)
Imagem de fundo de notícia: Cláudia Luis Kötner Copetti, Bolsa de CAPES durante o mestrado e a doutorado Pado (Ángelo pessoal)

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) é um órgão vinculado ao Ministério da Educação (MEC) do Brasil - Redação CCS/CAPES
A reprodução das notícias é autorizada desde que contenha a assinatura CCS/CAPES

Instagram @capes_oficial:

<https://www.instagram.com/p/CUsW7m3AZDf/?igshid=YmMyMTA2M2Y%3D>



Bolsista em Destaque

Estudo mostra efeito benéfico de fruto de palmeira para esportistas

Tese de Cândice Laís Knöner Copetti, bolsista da CAPES, avalia benefícios da fruta durante exercício de alta intensidade.

capes_oficial • Seguir

capes_oficial #BolsistaemDestaque: O estudo da Cândice Laís Knöner Copetti, nutricionista graduada pela Universidade Regional de Blumenau (Furb), tem especializações em Obesidade e Emagrecimento e Terapia Nutricional e Nutrição Clínica, analisa o efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis Martius*) sobre o estresse oxidativo, fadiga e desempenho de ciclistas. A pesquisadora já recebeu o destaque de Mérito Científico pela apresentação oral no Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde, na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e o Prêmio de Melhor Trabalho do III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional. Saiba

Curtido por sheyladelizb e outras 107 pessoas

OUTUBRO 6, 2021

Adicione um comentário... Publicar



Nutricionista graduada pela Universidade Regional de Blumenau (Furb), Cândice Laís Knöner Copetti tem especializações em Obesidade e Emagrecimento e Terapia Nutricional e Nutrição Clínica, é mestre em Nutrição pelo Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e doutoranda em Nutrição na mesma instituição.

capes_oficial • Seguir

capes_oficial #BolsistaemDestaque: O estudo da Cândice Laís Knöner Copetti, nutricionista graduada pela Universidade Regional de Blumenau (Furb), tem especializações em Obesidade e Emagrecimento e Terapia Nutricional e Nutrição Clínica, analisa o efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis Martius*) sobre o estresse oxidativo, fadiga e desempenho de ciclistas. A pesquisadora já recebeu o destaque de Mérito Científico pela apresentação oral no Simpósio de Bioquímica do Exercício em Saúde, na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e o Prêmio de Melhor Trabalho do III Congresso Sul Brasileiro de Nutrição Funcional. Saiba

Curtido por sheyladelizb e outras 107 pessoas

OUTUBRO 6, 2021

Adicione um comentário... Publicar

1 | 2 | 3



6.6 PROTOCOLO PARA A TABULAÇÃO DO CONTEÚDO DE ANTOCIANINAS

Foi realizado um protocolo para auxiliar na tabulação do conteúdo de antocianinas dos registros alimentares dos participantes do estudo.

As antocianinas compreendem um conjunto de pigmentos vegetais, solúveis em água, responsável pelas cores vermelha, azul e roxa de flores, frutos, caules, algumas folhas e raízes. Desta forma, apenas alimentos com essas características devem ser preenchidos na planilha do Excel denominada: “**Tabulação – Antocianinas**”.

Entrar no site: <http://phenol-explorer.eu/>

Phenol-Explorer is the **first comprehensive database on polyphenol content in foods**. The database contains more than 35,000 content values for 500 different polyphenols in over 400 foods. These data are derived from the systematic collection of more than 60,000 original content values found in more than 1,300 scientific publications. Each of these publications has been critically evaluated before inclusion in the database. The whole data on the polyphenol composition of foods is available for download.

Release 2.0 of Phenol-Explorer added **comprehensive data on polyphenol metabolism**. Pharmacokinetic data on 380 metabolites identified in biofluids after the consumption of polyphenol-rich sources are presented. These data have been extracted from 236 publications and originate from 221 intervention studies in human subjects and experimental animals.

Release 3.0 of Phenol-Explorer introduces data on the **effects of food processing and cooking**. Retention factors describe changes in polyphenol content upon food transformation and can be used to estimate composition of processed foods when laboratory measurements are missing and the data are absent from food composition tables. Retention factors are available for 155 foods, 139 polyphenols, and 35 processes. They are derived from 129 publications.

In version 3.6 (June 2015), 1451 new content values for lignans have been added to the database.

A wide range of queries on foods, polyphenols and metabolites, as identified by various analytical methods, can be executed. Simple queries can be made by typing the name of a polyphenol, metabolite or food source at the top of any page. More complex queries can be performed by using the Advanced search. In this search, two or more foods or polyphenols can be selected, to easily compare for example the contents of the various polyphenols in green and black tea. Using the 'Advanced display option' it is also possible to sort results as desired and to calculate total polyphenol contents per class and subclass.

Phenol-Explorer has been developed at **INRA** in collaboration with **AFSSA**, the **University of Alberta**, the **University of Barcelona**, **IARC** and **In Siliflo**. The work has been made possible thanks to the financial support of the French government, the Institut National du Cancer (France), Unilever, Danone and Nestlé.

We wish you a fruitful polyphenol exploration!

Augustin Scalbert

Clicar na aba “Classifications” e após em “Food Classes”:

Phenol-Explorer is the **first comprehensive database on polyphenol content in foods**. The database contains more than 35,000 content values for 500 different polyphenols in over 400 foods. These data are derived from the systematic collection of more than 60,000 original content values found in more than 1,300 scientific publications. Each of these publications has been critically evaluated before inclusion in the database. The whole data on the polyphenol composition of foods is available for download.

Release 2.0 of Phenol-Explorer added **comprehensive data on polyphenol metabolism**. Pharmacokinetic data on 380 metabolites identified in biofluids after the consumption of polyphenol-rich sources are presented. These data have been extracted from 236 publications and originate from 221 intervention studies in human subjects and experimental animals.

Release 3.0 of Phenol-Explorer introduces data on the **effects of food processing and cooking**. Retention factors describe changes in polyphenol content upon food transformation and can be used to estimate composition of processed foods when laboratory measurements are missing and the data are absent from food composition tables. Retention factors are available for 155 foods, 139 polyphenols, and 35 processes. They are derived from 129 publications.

In version 3.6 (June 2015), 1451 new content values for lignans have been added to the database.

A wide range of queries on foods, polyphenols and metabolites, as identified by various analytical methods, can be executed. Simple queries can be made by typing the name of a polyphenol, metabolite or food source at the top of any page. More complex queries can be performed by using the Advanced search. In this search, two or more foods or polyphenols can be selected, to easily compare for example the contents of the various polyphenols in green and black tea. Using the 'Advanced display option' it is also possible to sort results as desired and to calculate total polyphenol contents per class and subclass.

Phenol-Explorer has been developed at **INRA** in collaboration with **AFSSA**, the **University of Alberta**, the **University of Barcelona**, **IARC** and **In Siliflo**. The work has been made possible thanks to the financial support of the French government, the Institut National du Cancer (France), Unilever, Danone and Nestlé.

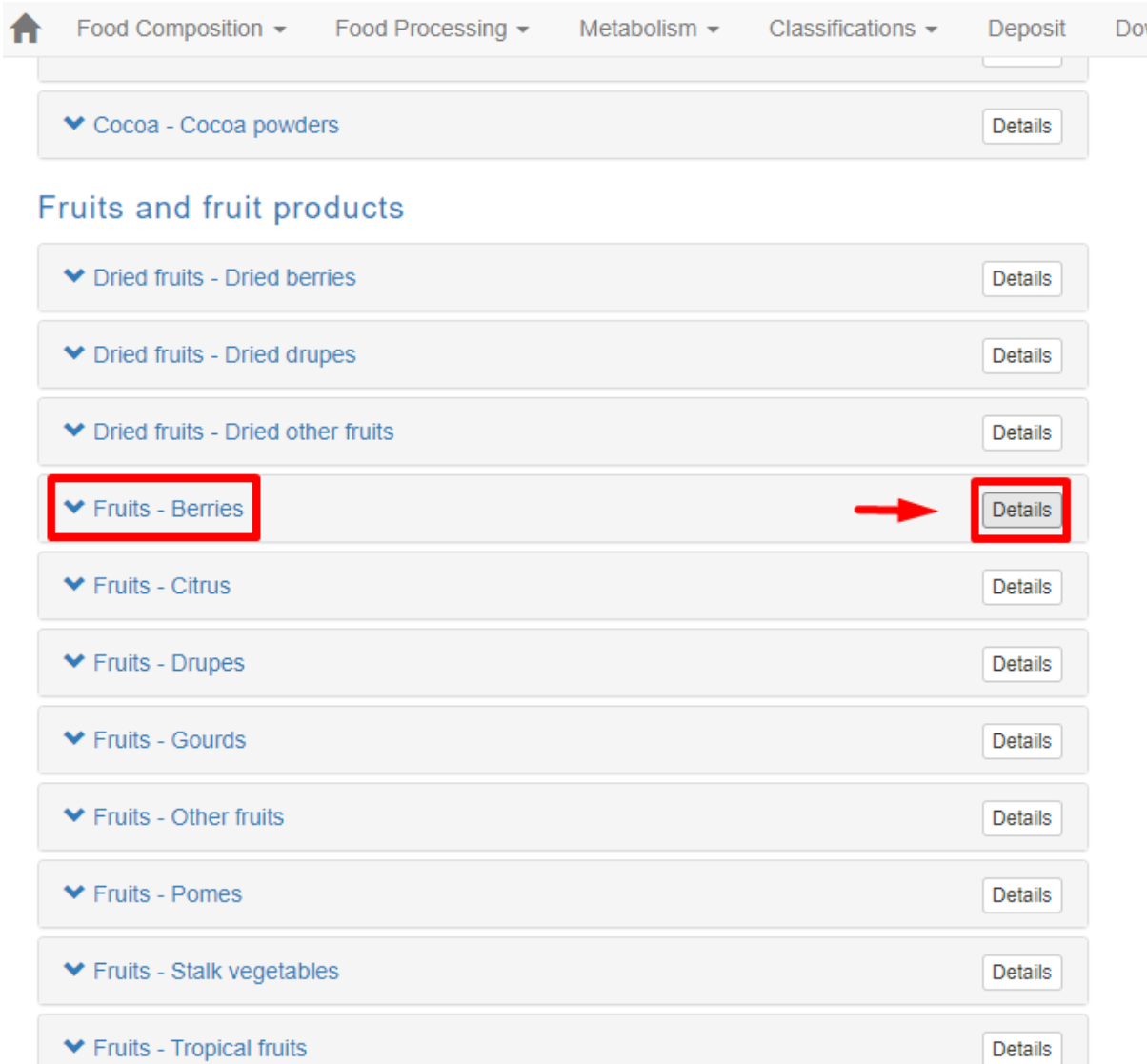
We wish you a fruitful polyphenol exploration!

Augustin Scalbert

Contributors

Sponsors

Selecionar o grupo alimentar do alimento a ser tabulado, exemplo abaixo:



The screenshot shows a navigation menu at the top with options: Home, Food Composition, Food Processing, Metabolism, Classifications, Deposit, and Do. Below the menu, there is a list of food groups. The first group is 'Cocoa - Cocoa powders' with a 'Details' button. The second section is titled 'Fruits and fruit products' and contains several sub-groups, each with a 'Details' button. The 'Fruits - Berries' group and its 'Details' button are highlighted with red boxes, and a red arrow points from the group name to the button.

Food Group	Action
▼ Cocoa - Cocoa powders	Details
Fruits and fruit products	
▼ Dried fruits - Dried berries	Details
▼ Dried fruits - Dried drupes	Details
▼ Dried fruits - Dried other fruits	Details
▼ Fruits - Berries	Details
▼ Fruits - Citrus	Details
▼ Fruits - Drupes	Details
▼ Fruits - Gourds	Details
▼ Fruits - Other fruits	Details
▼ Fruits - Pomes	Details
▼ Fruits - Stalk vegetables	Details
▼ Fruits - Tropical fruits	Details

Após abrir o item “**Details**” aparecerão todos os alimentos deste grupo. Selecionar o alimento mais similar ao alimento do registro alimentar e clicar em “**Food Details**”:

Home	Food Composition	Food Processing	Metabolism	Classifications	Deposit	Downloads	About
	Oval-leaf huckleberry					Food Details	
	Rabbiteye blueberry					Food Details	
	Raspberry [Unknown species], raw					Food Details	
	Raspberry [Unknown species], raw, frozen					Food Details	
	Red huckleberry					Food Details	
	Red raspberry, raw					Food Details	
	Redcurrant, raw					Food Details	
	Rowanberry, raw					Food Details	
	Sea-buckthornberry					Food Details	
	Skunk					Food Details	
	Strawberry, jam, frozen					Food Details	
	Strawberry, puree					Food Details	
	Strawberry, raw					Food Details	
	Sweet rowanberry					Food Details	
	Whitecurrant					Food Details	

Aparecerá o conteúdo de todos os polifenóis que aquele alimento contém. Registrar no arquivo do Excel “**Tabulação – Antocianinas**”, todas as antocianinas que aquele alimento contém. Utilizar os dados da coluna “**mean content**”:

Home	Food Composition	Food Processing	Metabolism	Classifications	Deposit	Downloads	About	Quick search			
Chromatography	Chromatography after hydrolysis	Folin assay	Normal phase HPLC (proanthocyanidins)								
Display Options											
					mean content	min	max	SD	n	N	number of references
Fruits and fruit products - Fruits - Berries - Strawberry, raw											
Flavonoids											
Anthocyanins											
	Cyanidin				0.50 mg/100 g FW	0.50	0.50	0.00	1	1	1
	Cyanidin 3-O-(6"-succinyl-glucoside)				1.22 mg/100 g FW	0.06	2.40	0.75	28	28	1
	Cyanidin 3-O-glucoside				2.88 mg/100 g FW	0.63	6.67	1.29	35	35	3
	Pelargonidin				4.31 mg/100 g FW	0.00	6.15	2.22	6	6	1
	Pelargonidin 3-O-(6"-malonyl-glucoside)				4.78 mg/100 g FW	4.78	4.78	0.00	1	1	1
	Pelargonidin 3-O-(6"-succinyl-glucoside)				10.44 mg/100 g FW	0.00	31.31	8.10	29	29	2
	Pelargonidin 3-O-arabinoside				0.42 mg/100 g FW	0.23	0.84	0.24	6	6	1
	Pelargonidin 3-O-glucoside				47.14 mg/100 g FW	20.28	68.27	14.60	35	35	3
	Pelargonidin 3-O-rutinoside				1.32 mg/100 g FW	0.00	5.54	1.75	29	29	2
Flavanols											
	(+)-Catechin				6.36 mg/100 g FW	1.57	18.74	5.46	9	14	4
	(+)-Gallocatechin				0.05 mg/100 g FW	0.00	0.12	0.08	2	7	2
	(-)-Epicatechin				7.50e-03 mg/100 g FW	0.00	0.02	0.01	3	8	3
	(-)-Epicatechin 3-O-gallate				0.28 mg/100 g FW	0.00	0.66	0.47	2	7	2
	(-)-Epigallocatechin				0.06 mg/100 g FW	0.00	0.15	0.11	2	7	2
	Procyanidin dimer B1				0.62 mg/100 g FW	0.62	0.62	0.00	1	3	1

*Os valores são apresentados em mg/100 g de peso fresco. Registrar exatamente esse valor (em 100 g), pois a planilha do Excel calculará automaticamente o valor de acordo com a gramagem do alimento.

Caso prefira, os dados também podem ser extraídos diretamente do arquivo do Excel denominado: **“composition data”**:

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	food_group	food_sub_group	food	experimental	compound_group	compound_sub	compound	units	mean	min	max	sd	n	N
3226	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Redcurrant, raw	Normal phase HPLC	Flavonoids	Flavanols	04-06 mers	mg/100 g fresh weight	6,87	6,87	6,87			1
3227	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Redcurrant, raw	Normal phase HPLC	Flavonoids	Flavanols	07-10 mers	mg/100 g fresh weight	7,9	7,9	7,9			1
3228	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Redcurrant, raw	Normal phase HPLC	Flavonoids	Flavanols	Polymers (0-10 mers)	mg/100 g fresh weight	41,2	41,2	41,2			1
3229	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Redcurrant, raw	pH differential meth	Flavonoids	Anthocyanins	Anthocyanins, total	mg/100 g fresh weight	26,36667	22	33,9	6,55163		3
3330	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Rosamberry, raw	Chromatography aff	Flavonoids	Flavanols	Kaempferol	mg/100 g fresh weight	0	0	0			1
3331	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Rosamberry, raw	Chromatography aff	Flavonoids	Flavanols	Myricetin	mg/100 g fresh weight	0	0	0			1
3332	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Rosamberry, raw	Chromatography aff	Flavonoids	Flavanols	Quercetin	mg/100 g fresh weight	6,3	6,3	6,3			1
3333	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Sea-buckthornberry	Chromatography aff	Flavonoids	Flavanols	Kaempferol	mg/100 g fresh weight	0	0	0			1
3334	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Sea-buckthornberry	Chromatography aff	Flavonoids	Flavanols	Myricetin	mg/100 g fresh weight	0	0	0			1
3335	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Sea-buckthornberry	Chromatography aff	Flavonoids	Flavanols	Quercetin	mg/100 g fresh weight	6,2	6,2	6,2			1
3336	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Skunk	Folin assay	Polyphenols, total	Polyphenols, total	Polyphenols, total	mg/100 g fresh weight	1790	1790	1790			1
3337	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	pH differential meth	Flavonoids	Anthocyanins	Anthocyanins, total	mg/100 g fresh weight	358	358	358			1
3338	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Cyanidin	mg/100 g fresh weight	0,5	0,5	0,5			1
3339	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Cyanidin 3-O-(6"-su)	mg/100 g fresh weight	1,21857	0,06	2,4	0,75269		28
3340	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Cyanidin 3-O-glucoside	mg/100 g fresh weight	2,87657	0,63	6,67	1,29144		35
3341	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Cyanidin 3-O-glucoside	mg/100 g fresh weight	0	0	0			1
3342	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Cyanidin 3-O-rutinoside	mg/100 g fresh weight	0	0	0			1
3343	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Cyanidin 3-O-soph	mg/100 g fresh weight	0	0	0			1
3344	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Pelargonidin	mg/100 g fresh weight	4,30833	0	8,15	2,22769		6
3345	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Pelargonidin 3-O-(6"-E)	mg/100 g fresh weight	4,78	4,78	4,78			1
3346	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Pelargonidin 3-O-(6"-E)	mg/100 g fresh weight	10,44	0	31,31	8,09514		29
3347	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Pelargonidin 3-O-(6"-malonyl-g)	mg/100 g fresh weight	0,42167	0,23	0,84	0,23558		6
3348	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Pelargonidin 3-O-(6"-succinyl-g)	mg/100 g fresh weight	47,14171	20,28	68,27	14,60384		35
3349	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Anthocyanins	Pelargonidin 3-O-(6"-succinyl-g)	mg/100 g fresh weight	1,31517	0	5,54	1,74733		29
3350	Fruits and fruit prod.	Fruits - Berries	Strawberry, raw	Chromatography	Flavonoids	Flavanols	(+)-L-asc	mg/100 g fresh weight	6,35174	1,57	18,74	5,46193		9

No arquivo: **“Tabulação – Antocianinas”** você deverá preencher as colunas A até a F (a coluna G é calculada automaticamente). Você pode verificar um exemplo no arquivo **“Exemplo de Tabulação – Antocianinas”**:

1	A	B	C	D	E	F	G
	Refeição	Alimento	Peso (g/ml)	Nome na base de dados Phenol Explorer	Tipo de antocianina	Quantidade de antocianinas (mg/100 g)	Antocianinas total (mg)
2	Café da Manhã	Polpa de Morango	200	Strawberry, raw	Cyanidin	0,5	1
3			200	Strawberry, raw	Cyanidin 3-O-(6"-succinyl-g)	1,22	2,44
4			200	Strawberry, raw	Cyanidin 3-O-glucoside	2,88	5,76
5			200	Strawberry, raw	Pelargonidin	4,31	8,62
6			200	Strawberry, raw	Pelargonidin 3-O-(6"-malonyl-g)	4,78	9,56
7			200	Strawberry, raw	Pelargonidin 3-O-(6"-succinyl-g)	10,44	20,88
8			200	Strawberry, raw	Pelargonidin 3-O-(6"-succinyl-g)	0,42	0,84
9			200	Strawberry, raw	Pelargonidin 3-O-glucoside	47,14	94,28
10			200	Strawberry, raw	Pelargonidin 3-O-rutinoside	1,32	2,64
11							
12	Lanche da Manhã	Uva roxa	170	Grape [Black]	Cyanidin 3-O-(6"-p-coumaroyl-g)	0,1	0,17
13			170	Grape [Black]	Cyanidin 3-O-glucoside	1,08	1,836
14			170	Grape [Black]	Delphinidin 3-O-(6"-acetyl-g)	0,54	0,918
15			170	Grape [Black]	Delphinidin 3-O-glucoside	2,63	4,471
16			170	Grape [Black]	Malvidin 3-O-(6"-acetyl-g)	9,66	16,422
17			170	Grape [Black]	Malvidin 3-O-(6"-p-coumaroyl-g)	9,91	16,847
18			170	Grape [Black]	Malvidin 3-O-glucoside	39,23	66,691
19			170	Grape [Black]	Peonidin 3-O-(6"-p-coumaroyl-g)	0,34	0,578

Ao final será calculada a média diária do conteúdo de antocianinas (mg/dia):

Total Diário							269,5784
--------------	--	--	--	--	--	--	----------

Na aba “**Média**”, preencher os valores de cada dia de registro alimentar:

	A	B
1	Dia	Antocianinas (mg/dia)
2	RA 1	
3	RA 2	
4	RA 3	
5	Média	#DIV/0!
6		
7	R48h - 1	
8	R24h - 1	
9	Média	#DIV/0!
10		
11	R48h - 2	
12	R24h - 2	
13	Média	#DIV/0!
14		
15		
16		
17		
18		
19		

Exemplo **Média**

6.7 NOTA À IMPRENSA

Foi elaborada uma nota à imprensa para divulgar os resultados da tese (**APÊNDICE E**).

6.8 COLABORAÇÃO EM CAPÍTULO DE LIVRO

Colaboradora na elaboração dos capítulos **Valor Nutricional da palmeira *Euterpe edulis* (Juçara)** e **Atividade Biológica** para Livro sobre o Fruto Juçara (*Euterpe edulis* Martius) para EMBRAPA - 2019.

6.9 CARTILHA DE CUIDADOS PESSOAIS CONTRA O NOVO CORONAVÍRUS (COVID-19) PARA PESSOAS COM HISTÓRICO DE CÂNCER

Disponível em: <https://comportamentoalimentar.paginas.ufsc.br/files/2020/05/Cartilha-contr-a-COVID-19-atualiza%C3%A7%C3%A3o-06.05.20.pdf>

**Se é possível
vencer o câncer,
também
podemos vencer
o COVID-19!**

Cartilha de cuidados pessoais contra o novo coronavírus (COVID-19) para pessoas com histórico de câncer



Uma iniciativa do Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN)



Organização:

Jaqueline Schroeder - Mestranda em Nutrição (PPGN/UFSC)/Bolsista CAPES DS
Marina Raick - Acadêmica de Nutrição/Bolsista PROBOLSAS/UFSC
Profª Drª Patrícia Faria Di Pietro - PPGN - Departamento de Nutrição/UFSC

Colaboração (revisão):

Cândice Lais Knöner Copetti - Doutoranda em Nutrição (PPGN/UFSC)/Bolsista CAPES DS
Enaira Jaques Menegaz - Acadêmica de Farmácia/Bolsista PIBIC/CNPq - BIP/UFSC
Profª Drª Fernanda Hansen - PPGN - Departamento de Nutrição/UFSC
Profª Drª Francilene Grazieli Kunzadi Vieira - PPGN - Departamento de Nutrição/UFSC
Profª Drª Giana Zarbato Longo - PPGN - Departamento de Nutrição/UFSC
Profª Drª Patrícia de Fragas Hinnig - PPGN - Departamento de Nutrição/UFSC

Apoio:

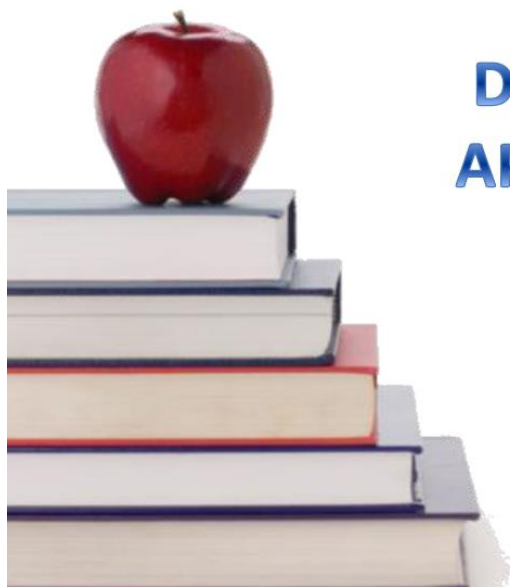
Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Nutrição - UFSC
Programa de Pós-Graduação em Nutrição - PPGN/UFSC
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES
Programa de Bolsas de Extensão - PROBOLSAS
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq - BIP/UFSC

Atualizado em 06 de maio de 2020

6.10 CURSO SOBRE NOÇÕES BÁSICAS DA NOVA ORTOGRAFIA APLICADAS À NUTRIÇÃO

Curso ministrado nas semanas de acolhimento dos novos alunos do PPGN nos anos de 2017 a 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO



NOÇÕES BÁSICAS DA NOVA ORTOGRAFIA APLICADAS À NUTRIÇÃO

Anice Milbratz de Camargo
Cândice Laís Knöner Copetti

Adaptado de:

Ana Carolina Fernandes
Tailane Scapin
Vanessa Mello Rodrigues
Alyne Michelle Botelho
Suellen Guesser Homem

Florianópolis, agosto de 2019

6.11 CURSO DE CAPACITAÇÃO EM POWERPOINT

Curso ministrado na semana de acolhimento dos novos alunos do PPGN no ano de 2020.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO



CURSO DE CAPACITAÇÃO EM POWERPOINT

Orientações para apresentações na Pós-Graduação



Doutoranda: Cândice Laís Knöner Copetti
Mestranda: Jaqueline Schroeder

Adaptado de Tatiane G. Malikoski, Daniela B. Hauschild, Angela Teodósio da Silva e Luciana Jeremias Pereira

Florianópolis, novembro de 2020

7 OUTRAS ATIVIDADES RELACIONADAS AO DOUTORADO

7.1 AUXÍLIO NA ORIENTAÇÃO E SUPERVISÃO DE TRABALHOS

Bolsista de iniciação científica (PIBIC): Beatriz Dutra da Costa, do curso de Graduação em Farmácia da UFSC, no projeto intitulado “Fruto Juçara (*Euterpe edulis* Martius): Efeito da Ingestão sobre biomarcadores do estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados”, sob orientação da professora Dr^a Patricia Faria Di Pietro. Período: 2022-2023.

Bolsista de iniciação científica (PIBIC): Tuani Tancredo Pereira, do curso de Graduação em Farmácia da UFSC, no projeto intitulado "Fruto Juçara (*Euterpe edulis* Martius): Efeito da Ingestão sobre biomarcadores do estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados", sob orientação da professora Dr^a Patricia Faria Di Pietro. Período: 2021-2022.

Bolsista de iniciação científica (PIBIC): Maria Eduarda Cunha Goulart, do curso de Graduação em Nutrição da UFSC, no projeto intitulado "Estado antioxidante e estresse oxidativo em indivíduos fisicamente ativos antes e após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: impacto após uma intervenção alimentar com o fruto juçara (*Euterpe edulis*)", sob orientação da professora Dr^a Patricia Faria Di Pietro. Período: 2018-2019.

Voluntários do projeto de tese: Nutricionista: Marisa Rodrigues Prado. Profissional de Educação Física: Guilherme Roxkow. Alunos do curso de graduação em Nutrição: Beatriz Debiasi Rodrigues, Elisa Rodrigues Silva, Gabriel Stanck da Silva, Laura Hermes Abraham, Marina Vianna e Yasmin Santana da Costa. Alunos do curso de graduação em Farmácia: Anelise de Souza Cabral, Arthur Esteves dos Passos, Aymee Luara Andrade dos Santos, Beatriz Suzim Severino, Bianca Luise Molardi, Camilla dos Santos Verdi, Camile Cerezolli, Diogo Mariz, Fabíola Michele Gessner, Felipe Royg, Giulia Tarjano Karam, Isabela Crema Duarte, Geron Salasário Albino, João Pedro Bonatti Soares, Julia Souza da Rosa, Léo May Feuerschuetze, Lucas Pickcius, Luíse Gauer Schulte, Olga Maria Alves de Oliveira, Roberto Bayestorff Heberle, Samara Cavezan, Stefanie Pellegrini, Vinicius dos Santos Machado. Alunas do curso de graduação em Enfermagem: Derlane Claudomiro de Lima e Nicolle Lehrer Corrêa.

Trabalho de Conclusão de Curso I e II do Curso de Graduação em Nutrição: Manuela Quint Willadino e Yasmin Santana da Costa, do curso de Graduação em Nutrição da UFSC, intitulado: “Adaptação transcultural de um questionário investigativo sobre consumo de suplementos nutricionais e os fatores que influenciam o seu uso em praticantes de exercício físico em academias, sob orientação da professora Dr^a Patricia Faria Di Pietro. Período: 2021-2023.

Empresa Júnior de Consultoria em Nutrição (Nutri Jr.) da UFSC: Orientação na elaboração de Ficha Técnica de Preparo de cookie, realizado pela Empresa Júnior de Consultoria em Nutrição. Período: 2021.

Empresa Júnior de Consultoria em Nutrição (Nutri Jr.) da UFSC: Orientação na elaboração de Ficha Técnica de Preparo de brownie, cookies e barrinha de cereal, realizado pela Empresa Júnior de Consultoria em Nutrição. Período: 2020.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro artigo oriundo da tese, *Fruit-Derived Anthocyanins: Effects on Cycling-Induced Responses and Cycling Performance*, revisou os efeitos das antocianinas derivadas de frutas nas respostas induzidas pelo ciclismo e no desempenho do ciclismo. As antocianinas foram derivadas dos seguintes frutos: cereja, groselha, romã, açaí e fruto juçara; e foram oferecidas na forma de suco, polpa, pó, pó liofilizado e extrato. O tempo de suplementação variou de consumo único a 20 dias e a quantidade de antocianinas administrada nos estudos variou de 18 a 552 mg/dia. Os estudos abordaram os efeitos no estresse oxidativo, inflamação, dano muscular, fadiga, biomarcadores de óxido nítrico, função vascular, oxigenação muscular, desempenho, oxidação de substrato e marcadores cardiometabólicos. O potencial efeito ergogênico da suplementação de antocianinas nas respostas induzidas pelo ciclismo parece estar relacionado a diminuição do estresse oxidativo, inflamação, dano muscular e fadiga; e aumento da produção de óxido nítrico, com melhorias subsequentes na função vascular e oxigenação muscular, levando a um melhor desempenho. Além disso, o aumento observado na oxidação de gordura pode direcionar estratégias nutricionais para alterar o uso de substrato e melhorar o desempenho.

Para avaliar a biodisponibilidade das antocianinas, estudos futuros devem ser conduzidos em condições nas quais os indivíduos mantenham sua dieta habitual antes de consumir intervenções alimentares ricas em antocianinas e praticar exercícios, e que incluam a quantificação de antocianinas e/ou polifenóis sanguíneos e seus metabólitos, como os ácidos fenólicos, que podem orientar ajustes para a dose ideal a ser administrada, uma vez que os metabólitos das antocianinas e outros polifenóis podem atuar sinergicamente. Além disso, a quantificação de antocianinas e/ou polifenóis sanguíneos e seus metabólitos é uma forma de controlar a adesão ao protocolo de ingestão, potencializando a relação causa-efeito do protocolo de intervenção. Também são recomendados estudos para comparar a administração de diferentes doses de antocianinas nas mesmas respostas induzidas pelo ciclismo, a fim de fornecer evidências mais robustas sobre a dosagem ideal a ser administrada.

O manuscrito 2 da tese, *Juçara (Euterpe edulis Martius) improves time-to-exhaustion cycling performance and reduced glutathione: A randomized, placebo-controlled, crossover, and triple-blind study*, avaliou os efeitos do consumo do fruto juçara em pó (240 mg de antocianinas) ou placebo, durante sete dias, sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho durante um teste com carga constante até a exaustão em cicloergômetro em 20

ciclistas treinados do sexo masculino. O fruto juçara em pó melhorou o desempenho e aumentou os níveis de GSH em comparação ao placebo, mas não teve efeito sobre o lactato e a fadiga durante o teste até a exaustão. Entretanto, o maior tempo de duração do teste até a exaustão no grupo que consumiu o fruto juçara indica o adiamento da contribuição dos mecanismos centrais e periféricos de fadiga durante o teste.

Os pontos fortes deste estudo são o desenho do estudo (randomizado, triplo-cego e cruzado), que permitiu que cada participante recebesse ambos os tratamentos, minimizando possíveis fatores de confusão. Além disso, este é o primeiro estudo a avaliar os efeitos do consumo do fruto juçara em um teste até a exaustão. Os resultados deste estudo contribuem para fortalecer as poucas evidências científicas publicadas sobre os efeitos do fruto juçara no exercício. Por outro lado, alguns fatores podem ter interferido na avaliação dos resultados deste estudo, como eventual esquecimento do consumo das intervenções durante os sete dias. No entanto, os participantes foram lembrados via mensagem de texto em seus celulares para consumirem diariamente as intervenções e orientados a trazerem os sachês vazios nos dias dos testes experimentais, como forma de comprovar a adesão ao consumo. Outra possível limitação foi seguir as orientações fornecidas em replicar ao máximo a mesma ingestão alimentar das 48 horas anteriores ao primeiro teste até a exaustão para o segundo teste até a exaustão. Para tanto, o pesquisador principal manteve contato frequente com os participantes e foram realizados registros alimentares para atenuar esses fatores, o que mostrou que não houve diferenças significativas entre as intervenções. Além disso, múltiplos aspectos podem interferir na absorção e biodisponibilidade das antocianinas, como a variabilidade interindividual e a composição da microbiota. Vale ressaltar que os estudos que avaliam o consumo de antocianinas derivadas de frutas no contexto do exercício apresentam diferentes estratégias de dosagem e protocolos de exercícios, produzindo resultados heterogêneos que obscurecem a discussão de novos achados. Assim, novos estudos são sugeridos com diferentes estratégias de dosagem do fruto juçara, com foco em esclarecer a dose ideal, frequência e duração da ingestão para verificar possíveis efeitos em variáveis que não foram afetadas pelo consumo do fruto juçara neste estudo e que forneçam benefícios ótimos em outros protocolos de exercícios.

Destaca-se que as parcerias estabelecidas durante o desenvolvimento da tese com o Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) da UFSC, com as empresas parceiras Duas Rodas, *Essential Nutrition* e Aplinova e, também, com o professor Mark Elisabeth Theodorus Willems da Universidade de Chichester, Inglaterra, foram essenciais para a realização deste trabalho. Ainda, o aprendizado do manuseio do *software* do cicloergômetro utilizado (Excalibur Sport, Lode Medical Technology®) na coleta, bem como o aprendizado das

metodologias, manuseio de *softwares* e equipamentos específicos de alta tecnologia para as análises laboratoriais foram muito enriquecedores.

Como consequência da pandemia do COVID-19, houve um atraso de mais de um ano para a coleta de dados poder ser iniciada, entretanto, neste período o projeto de tese foi aprimorado, foi realizado o desenvolvimento do placebo e manuscritos foram redigidos (manuscrito de revisão oriundo da tese e manuscritos de coautoria – que hoje já estão todos publicados). Além disso, os diversos contratempos que ocorreram durante o período de coleta de dados e, especialmente, durante as análises laboratoriais propiciaram muita resiliência.

Além dos resultados da presente tese, considera-se relevante mencionar que durante o doutorado, além do desenvolvimento da tese, outras atividades foram realizadas, como: curso de disciplinas obrigatórias e optativas; participação na Comissão de Acompanhamento da Produção Científica do Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN); representante da turma de doutorado; participação em 54 eventos, incluindo congressos, simpósios, seminários, Semana Científica de Nutrição da UFSC, palestras e webinários, bem como *lives* divulgadas pelo PPGN; participação em exames de qualificação e defesa de mestrado e doutorado; redação de manuscritos de coautoria; submissão de propostas para editais de fomento; auxílio à professora orientadora na elaboração de dois capítulos para livro sobre o fruto juçara para a EMBRAPA; atividades relacionadas à graduação, como estágio docência, com elaboração e ministração de aulas, auxílio na orientação de trabalhos de conclusão de curso; auxílio em orientações de alunos de iniciação científica de projetos relacionados à tese, orientação de projetos da Empresa Júnior de Consultoria em Nutrição – Nutri Júnior, participação em bancas de Trabalho de Conclusão de Curso; ministração dos cursos “Noções Básicas da Nova Ortografia Aplicadas à Nutrição e Redação Científica” e de “Capacitação em *PowerPoint*” nas semanas de acolhimento dos novos mestrandos e doutorandos do PPGN; auxílio na atualização de informações nas páginas do Laboratório de Comportamento Alimentar e do Laboratório de Composição Corporal do Departamento de Nutrição da UFSC; realização de cursos sobre trabalhos acadêmicos conforme ABNT; treinamento para uso de *softwares* e bases de dados; auxílio em atividades administrativas do PPGN; auxílio na análise de dados do Levantamento dos Discentes do PPGN, oriundo do Questionário dos Programas de Pós-Graduação do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina durante o período de pandemia, bem como auxílio na elaboração de texto sobre o Impacto da Pandemia COVID-19 no PPGN; auxílio no desenvolvimento de material de apoio para os alunos do PPGN com orientações para agendamento de defesas on-line; revisão de Cartilha de Cuidados Pessoais contra o coronavírus (COVID-19) elaborado pelo Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse

Oxidativo (GENEO); revisora da Revista Eletrônica de Extensão – EXTENSIO UFSC; e participação como voluntária de pesquisas on-line de outras universidades.

Todas as atividades desempenhadas durante o doutorado contribuíram positivamente para a minha formação acadêmica, profissional e pessoal. Sou grata aos professores orientadores e aos demais professores por todas as oportunidades de aprendizado e experiências vivenciadas; e a todos os demais que estiveram me acompanhando durante este período tão intenso e importante de minha vida.

REFERÊNCIAS

ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. **Sports Medicine**, v. 35, n. 10, p. 865-898, 2005.

AGUILÓ, A.; TAULER, P.; FUENTESPINA, E.; TUR, J. A.; CÓRDOVA, A.; PONS, A. Antioxidant response to oxidative stress induced by exhaustive exercise. **Physiology and Behavior**, v. 84, n. 1, p. 1-7, 2005.

ALESSIO, H. M.; GOLDFARB, A. H. Lipid peroxidation and scavenger enzymes during exercise: adaptive response to training. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 4, p. 1333-1336, 1988.

ALLEN, D. G.; LAMB, G. D.; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 1, p. 287-332, 2008.

ALMROTH, B. C.; STURVE, J.; BERGLUND, A.; FÖRLIN, L. Oxidative damage in eelpout (*Zoarces viviparus*), measured as protein carbonyls and TBARS, as biomarkers. **Aquatic Toxicology**, v. 73, n. 2, p. 171-180, 2005.

ALTMAN, D. G. The scandal of poor medical research. **BMJ**, v. 308, n. 6924, p. 283-284, 1994.

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; CASOLI, T.; DI STEFANO, G.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; SANTOS-BUELGA, C.; BUSCO, F.; QUILES, J. L.; CORDERO, M. D.; BOMPADRE, S.; MEZZETTI B.; BATTINO, M. One-month strawberry-rich anthocyanin supplementation ameliorates cardiovascular risk, oxidative stress markers and platelet activation in humans. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 25, n. 3, p. 289-294, 2014.

AMANN, M.; HOPKINS, W. G.; MARCORA, S. M.; Similar sensitivity of time to exhaustion and time-trial time to changes in endurance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 3, p. 574-578, 2008.

AMMAR, A.; TURKI, M.; HAMMOUDA, O.; CHTOUROU, H.; TRABELSI, K.; BOUAZIZ, M.; ABDELKARIM, O.; HOEKELMANN, A.; AYADI, F.; SOUISSI, N.; BAILEY, S. J.; DRISS, T.; YAICH, S. Effects of Pomegranate Juice Supplementation on Oxidative Stress Biomarkers Following Weightlifting Exercise. **Nutrients**, v. 9, n. 8, p. 1-13, 2017.

ANANGA, A.; GEORGIEV, V.; OCHIENG, J.; PHILLS, B.; TSOLOVA, V. **Production of anthocyanins in grape cell cultures:** A potential source of raw material for pharmaceutical, food, and cosmetic industries. In: *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive*. United States of America, p. 247-287, 2013.

ANDERSON, D. E.; LEGRAND, S. E.; McCART, R. D. Effect of Caffeine on Sprint Cycling in Experienced Cyclists. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 8, p. 2221-2226, 2018.

ANZUETO, A.; ANDRADE, F. H.; MAXWELL, L. C.; LEVINE, S. M.; LAWRENCE, R. A.; GIBBONS, W. J.; JENKINSON, S. G. Resistive breathing activates the glutathione redox cycle and impairs performance of rat diaphragm. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, n. 2, p. 529-534, 1992.

AOKI, M. S. **Fisiologia, treinamento e nutrição aplicados ao futebol**. Jundiaí, SP: Fontoura, 2002.

AOYAMA, K.; NAKAKI, T. Impaired glutathione synthesis in neurodegeneration. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n. 10, p. 21021-21044, 2013.

ARGENTATO, P. P.; MORAIS, C. A.; SANTAMARINA, A. B.; CÉSAR, E. C.; ESTADELLA, D.; ROSSA, V. V.; PISANI, L. P. Jussara (*Euterpe edulis* Mart.) Supplementation During Pregnancy and Lactation Modulates the Uncoupling Protein 1 (UCP-1) and Inflammation Biomarkers Induced by *trans*-Fatty Acids in the Brown Adipose Tissue of Offspring. **Clinical Nutrition Experimental**, v. 12, p. 50-65, 2017.

BALLATORI, N.; KRANCE, S. M.; NOTENBOOM, S.; SHI, S.; TIEU, K.; HAMMOND, C. L. Glutathione dysregulation and the etiology and progression of human diseases. **Journal of Biological Chemistry**, v. 390, n. 3, p. 191-214, 2009.

BAPTISTA, S. L.; COPETTI, C. L. K.; CARDOSO, A. L.; DI PIETRO, P. F. Biological activities of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) intake in humans: an integrative review of clinical trials. **Nutrition Reviews**, v. 79, n. 12, p. 1375-1391, 2021.

BARCLAY, J. K.; HANSEL, M. Free radicals may contribute to oxidative skeletal muscle fatigue. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 69, n. 2, p. 279-284, 1991.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Oxidative stress: relations between the formation of reactive species and the organism's defense. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BARROSO, M. E. S.; OLIVEIRA, B. G.; PIMENTEL, E. F.; PEREIRA, P. M.; RUAS, F. G.; ANDRADE, T. U.; LENZ, D.; SCHERER, R.; FRONZA, M.; VENTURA, J. A.; VAZ, B. G.; KONDRATYUK, T. P.; ROMÃO, W.; EDRINGER, D. C. Phytochemical profile of genotypes of *Euterpe edulis* Martius – Juçara palm fruits. **Food Research International**, v. 116, p. 985-993, 2019.

BARTOSZ, G. Nonenzymatic antioxidant capacity assays: limitations of use in biomedicine. **Free Radical Research**, v. 44, n. 7, p. 711-720, 2010.

BASU, A.; BETTS, N. M.; ORTIZ, J.; SIMMONS, B.; WU, M.; LYONS, T. J. Low-energy cranberry juice decreases lipid oxidation and increases plasma antioxidant capacity in women with metabolic syndrome. **Nutrition Research**, v. 31, n. 3, p. 190-196, 2011.

BAZZOCHI, A.; PONTI, F.; ALBISINNI, U.; BATTISTA, G.; GUGLIELMI, G. DXA: Technical aspects and application. **European Journal of Radiology**, v. 85, n. 8, p. 1481-1592, 2016.

BEECHER, G. R. **In antioxidant food supplements in human health**. In: Packer L, Hiramatsu M, Yoshikawa T (eds) Academic Press, New York, 1999.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 3. ed. Garching: Springer, 2004.

BELL, P. G.; STEVENSON, E.; DAVISON, G. W.; HOWATSON, G. The Effects of Montmorency Tart Cherry Concentrate Supplementation on Recovery Following Prolonged, Intermittent Exercise. **Nutrients**, v. 8, n. 7, p. 1-11, 2016.

BELL, P. G.; WALSH, I. H.; DAVISON, G. W.; STEVENSON, E. J.; HOWATSON, G. Recovery facilitation with Montmorency cherries following high-intensity, metabolically challenging exercise. **Applied Physiology Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 4, p. 414-423, 2015.

BELL, P. G.; WALSH, I. H.; DAVISON, G. W.; STEVENSON, E.; HOWATSON, G. Montmorency Cherries Reduce the Oxidative Stress and Inflammatory Responses to Repeated Days High-Intensity Stochastic Cycling. **Nutrients**, v. 6, n. 2, p. 829-843, 2014.

BELLEZZA, I.; GIAMBANCO, I.; MINELLI, A.; DONATO, R. Nrf2-Keap1 signaling in oxidative and reductive stress. **Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research**, v. 1865, n. 5, p. 721-733, 2018.

BENEKE, R.; LEITHAUSER, R. M.; OCHENTEL, O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 1, p. 8-24, 2011.

BICUDO, M. O. P.; RIBANI, R. H.; BETA, T. Anthocyanins, phenolic acids and antioxidant properties of juçara fruits (*Euterpe edulis* M.) along the on-tree ripening process. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, p. 142-147, 2014.

BIGLAND-RITCHIE, B.; JOHANSSON, R.; LIPPOLD, O. C.; WOODS, J. J. Contractile speed and EMG changes during fatigue of sustained maximal voluntary contractions. **Journal of Neurophysiology**, v. 50, n. 1, p. 313-324, 1983.

BIGLAND-RITCHIE, B.; JONES, D. A.; HOSKING, G. P.; EDWARDS, R. H. Central and peripheral fatigue in sustained maximum voluntary contractions of human quadriceps muscle. **Clinical Science and Molecular Medicine**, v. 54, n. 6, p. 609-614, 1978.

BLOEDON, T. K.; BRAITHWAITE, R. E.; CARSON, I. A.; KLIMIS-ZACAS, D.; LEHNHARD, R. A. Impact of anthocyanin-rich whole fruit consumption on exercise-induced oxidative stress and inflammation: a systematic review and meta-analysis. **Nutrition Reviews**, pii: nuz018, 2019.

BLOEDON, T.; VENDRAME, S.; BOLTON, J.; LEHNHARD, R.; RISO, P.; KLIMIS-ZACAS, D. The effect of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) consumption on oxidative stress, inflammation, and DNA damage associated with exercise. **Comparative Exercise Physiology**, v. 11, n. 3, p. 173-181, 2015.

BLOOMER, R. J.; FISHER-WELLMAN, K. H. Systemic oxidative stress is increased to a greater degree in young, obese women following consumption of a high fat meal. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2, n. 1, p. 19-25, 2009.

BLOOMER, R. J.; FRY, A. C.; FALVO, M. J.; MOORE, C. A. Protein carbonyls are acutely elevated following single set anaerobic exercise in resistance trained men. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 10, n. 6, p. 411-417, 2007.

BLOOMER, R. J.; GOLDFARB, A. H.; WIDEMAN, L.; MCKENZIE, M. J.; CONSITT, L. A. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 276-285, 2005.

BLOOMER, R.; DAVIS, P.; CONSITT, L.; WIDEMAN, L. Plasma Protein Carbonyl Response to Increasing Exercise Duration in Aerobically Trained Men and Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 1, p. 21-25, 2007.

BORGES, G. D. S. C.; VIEIRA, F. G. K.; COPETTI, C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R. Optimization of the extraction of flavanols and anthocyanins from the fruit pulp of *Euterpe edulis* using the response surface methodology. **Food Research International**, v. 44, p. 708-715, 2011b.

BORGES, G. S. C.; GONZAGA, L. V.; JARDINI, F. A. ; MANCINI FILHO, J.; HELLER, M.; MICKE, G.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, p. 363-369, 2013.

BORGES, G. S. C.; VIEIRA, F. G. K.; COPETTI, C.; GONZAGA, L. V.; ZAMBIAZI, R. C.; MANCINI FILHO, J.; FETT, R. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2128-2133, 2011a.

BOURSCHEID, K.; SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C.; MAC FADDEN, J. *Euterpe edulis* – Palmito-juçara. In: **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**; Coradin, L. (Coord.). Brasília: MMA, 2011, p. 178-183.

BOWTELL, J. L.; KELLY, V. Fruit-Derived Polyphenol Supplementation for Athlete Recovery and Performance. **Sports Medicine**, v. 49, p. 3-23, 2019.

BOWTELL, J. L.; SUMNERS, D. P.; DYER, A. FOX, P.; MILEVA, K. N. Montmorency Cherry Juice Reduces Muscle Damage Caused by Intensive Strength Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 8, p. 1544-1551, 2011.

BRAAKHUIS, A. J.; HOPKINS, W. G.; LOWE, T. E. Effects of dietary antioxidants on training and performance in female runners. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 2, p. 160-168, 2014.

BRAAKHUIS, A. J.; SOMERVILLE, V. X.; HURST, R. D. The effect of New Zealand blackcurrant on sport performance and related biomarkers: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 17, n. 25, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018. **Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de juçara**, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014**, 2014.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466 de 2012**, 2013.

BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

BROUILLARD, R. **Chemical structure of anthocyanins**. In: MARKAKIS, P. (Ed.) Anthocyanins as Food Colors. New York: Academic Press, p. 1-40, 1982.

BROWNER, W. S.; NEWMAN, T. B.; HULLEY, S. B. **Estimando o Tamanho da Amostra e o Poder Estatístico: Aplicações e Exemplos**. In: HULLEY, S. B. Delineando a Pesquisa Clínica. Porto Alegre: Artmed, 2008, p. 83-86.

BUCHHOLZ, A. C.; SCHOELLER, D. A. Is a calorie a calorie? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 5, p. 899-906, 2004.

BURKE, R. E.; LEVINE, D. N.; TSAIRIS, P.; ZAJAC, F. E 3rd. Physiological types and histochemical profiles in motor units of the cat gastrocnemius. **The Journal of Physiology**, v. 234, n. 3, p. 723-748, 1973.

CAIRNS, S. P. Lactic acid and exercise performance: Culprit or friend? **Sports Medicine**, v. 36, n. 4, p. 279-291, 2006.

CAIRNS, S. P.; LINDINGER, M. I. Do multiple ionic interactions contribute to skeletal muscle fatigue? **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 17, p. 4039-4054, 2008.

CAO, G.; RUSSELL, R.; LISCHNER, N. Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 2383-2390, 1998.

CARDOSO, A. L. **Efeito do consumo agudo do fruto juçara (*Euterpe edulis*) nos biomarcadores de estresse oxidativo em indivíduos saudáveis**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CARDOSO, A. L. **Frutos juçara (*Euterpe edulis*): Propriedades biológicas e efeito da ingestão aguda sobre a biodisponibilidade de ácidos fenólicos e biomarcadores de estresse oxidativo em indivíduos saudáveis**. 2018. 230 f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

CARDOSO, A. L.; DI PIETRO, P. F.; VIEIRA, F. G. K.; BOAVENTURA, B. C. B.; DE LIZ, S.; BORGES, G. S. C.; FETT, R.; ANDRADE, D. F.; DA SILVA, E. L. Acute consumption of juçara juice (*Euterpe edulis*) and antioxidant activity in healthy individuals. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 152-162, 2015b.

CARDOSO, A. L.; DE LIZ, S.; RIEGER, D.; FARAH, A.; KUNRADI VIEIRA, F.; ALTENBURG DE ASSIS, M.; DI PIETRO, P. An Update on the Biological Activities of *Euterpe edulis* (Juçara). **Planta Medica**, v. 84, n. 8, p. 487-499, 2018.

CARDOSO, L. M.; NOVAES, R. D.; CASTRO, C. A.; NOVELLO, A. A.; GONÇALVES, R. V.; RICCI-SILVA, M. E.; RAMOS, H. J. O.; PELUZIO, M. C. G.; LEITE, J. P. V. Chemical composition, characterization of anthocyanins and antioxidant potential of *Euterpe edulis* fruits: applicability on genetic dyslipidemia and hepatic steatosis in mice. **Nutrición Hospitalaria**, v. 32, n. 2, p. 702-709, 2015a.

CARDOSO, P. M. M.; MAZUCO, R. A.; MACEDO, L. S. D.; POLESE, A. A. V.; BARROSO, M. E. D. S.; BARATELLA, W. G.; ANDRADE, T. U. D.; LENZ, D.; PEREIRA, T. D. M. C.; ENDRINGER, D. C. Nephroprotective activity of the enriched polyphenol extract of *Euterpe edulis* Martius. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 56, e18051, 2020.

CARDOSO, A. L.; TEIXEIRA, L. L.; HASSIMOTTO, N. M. A.; BAPTISTA, S. L.; COPETTI, C. L. K.; VENSKE, D. K. R.; VIEIRA, F. G. K.; MICKE, G. A.; VITALI, L.; DE ASSIS, M. A. A.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DA SILVA, E. L.; DI PIETRO, P. F. Kinetic profile of urine metabolites after acute intake of a phenolic compounds-rich juice of juçara (*Euterpe edulis* Mart.) and antioxidant capacity in serum and erythrocytes: A human study. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 11, 9555, 2023.

CARNEVALE, R.; BARTIMOCCIA, S.; NOCELLA, C.; DI SANTO, S.; LOFFREDO, L.; ILLUMINATI, G.; LOMBARDI, E.; BOZ, V.; DEL BEN, M.; DE MARCO, L.; PIGNATELLI, P.; VIOLI, F. LDL oxidation by platelets propagates platelet activation via an oxidative stress-mediated mechanism. **Atherosclerosis**, v. 237, n. 1, p. 108-116, 2014.

CARVALHO-PEIXOTO, J.; MOURA, M. R. L.; CUNHA, F. A.; LOLLO, P. C.; MONTEIRO, W. D.; CARVALHO, L. M.; FARINATTI PDE, T. Consumption of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) functional beverage reduces muscle stress and improves effort tolerance in elite athletes: a randomized controlled intervention study. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 7, p. 725-733, 2015.

CASTRO, C. A.; NATALI, A. J.; CARDOSO, L. M. FERREIRA-MACHADO, A. B.; NOVELLO, A. A.; DA SILVA, K. A.; TAFURI, N. F.; DA MATTA, S. L.; PEDROSA, M. L.; PELUZIO, MDO, C. Aerobic exercise and not a diet supplemented with jussara açai

(*Euterpe edulis* Martius) alters hepatic oxidative and inflammatory biomarkers in ApoE-deficient mice. **British Journal of Nutrition**, v. 112, p. 285-294, 2014.

CHAIMSOHN, F. P.; CHIQUETTO, N. C. Construção do marco legal para a produção de açaí de juçara: contribuições da “oficina interestadual sobre legislação, comercialização e marketing para exploração de frutos da palmeira juçara”. **Revista Conexão**, v. 9, n. 2, p. 244-253, 2013.

CHELIKANI, P.; FITA, I.; LOEWEN, P. C. Diversity of structures and properties among catalases. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 61, n. 2, p. 192-208, 2004.

CHIARADIA, E.; AVELLINI, L.; RUECA, F.; SPATERNA, A.; PORCIELLO, F.; ANTONIONI, M.T.; GAITI, A. Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses. **Comparative Biochemistry and Physiology B**, v. 119, n. 4, p. 833-836, 1998.

CHRISTENSEN, E. H.; HANSEN, O. Arbeitsfahkeit und ernahrung. **Skandinavisches Archiv für Physiologie**, v. 63, p. 2388-2395, 1939.

CLARKSON, P. M.; THOMPSON, H. S. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 2, p. 637-646, 2000.

CLIFFORD, T.; SCOTT, A.; MITCHELL, N. The influence of different sources of polyphenols on submaximal cycling and time trial performance. **Journal of Athletic Enhancement**, v. 2, n. 6, S10, 2013.

COAKLEY, S. L.; PASSFIELD, L. Cycling performance is superior for time-toexhaustion versus time-trial in endurance laboratory tests. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 11, p. 1228-1234, 2018.

COB, Comitê Olímpico Brasileiro. **Ciclismo**. Portal do Comitê Olímpico Brasileiro. Disponível em: <http://www.cob.org.br/esportes/esporte.asp?id=27>. Acesso em: 08 nov. 2019.

COBLEY, J. N.; MCHARDY, H.; MORTON, J. P.; NIKOLAIDIS, M. G.; CLOSE, G. L. Influence of vitamin C and vitamin E on redox signaling: implications for exercise adaptations. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 84, p. 65-76, 2015.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2. ed. Erlbaum Associates: Hillsdale, MI, USA, 1998.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Conjuntura Mensal: Juçara (fruto)**. Brasil: Conab, 2013.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Conjuntura Mensal: açaí**. Brasil: Conab, 2015.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Conjuntura Mensal: Juçara (fruto)**. Brasil: Conab, 2016.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Conjuntura Mensal: Juçara (fruto)**. Brasil: Conab, 2020.

CONSELHO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA (CNCFlora). ***Euterpe edulis* in Lista Vermelha da fora brasileira versão 2012.2** Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe edulis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe%20edulis). Acesso em: 24 mai. 2022.

COOK, M. D.; MYERS, S. D.; BLACKER, S. D.; WILLEMS, M. E. New Zealand blackcurrant extract improves cycling performance and fat oxidation in cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 11, p. 2357-2365, 2015.

COOK, M. D.; MYERS, S. D.; GAULT, M. L.; EDWARDS, V. C.; WILLEMS, M. E. T. Dose Effects of New Zealand Blackcurrant on Substrate Oxidation and Physiological Responses During Prolonged Cycling. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 6, p. 1207-1216, 2017.

COOK, M. D.; WILLEMS, M. E. T. Dietary Anthocyanins: A Review of the Exercise Performance Effects and Related Physiological Responses. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 29, n. 3, p. 322-330, 2019.

COPETTI, C. L. K. **Efeito do consumo agudo do suco de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sobre a atividade antioxidante e biomarcadores do estresse oxidativo antes e após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade: um ensaio clínico randomizado e *cross-over***. 2018. 161 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

COPETTI, C. L. K.; DIFENTHAELER, F.; HANSEN, F.; VIEIRA, F. G. K.; DI PIETRO, P. Fruit-Derived Anthocyanins: Effects on Cycling-Induced Responses and Cycling Performance. **Antioxidants**, v. 11, n. 2, 387, 2022.

COPETTI, C. L. K.; ORSSATTO, L. B. R.; DIEFENTHAELER, F.; SILVEIRA, T. T.; DA SILVA, E. L.; DE LIZ, S.; MENDES, B. C.; RIEGER, D. K.; VIEIRA, F. G. K.; HINNIG, P. F.; SCHULZ, M.; FETT, R.; DI PIETRO, P. F. Acute effect of juçara juice (*Euterpe edulis* Martius) on oxidative stress biomarkers and fatigue in a high-intensity interval training session: A single-blind cross-over randomized study. **Journal of Functional Foods**, v. 67, p. 103835, 2020.

COSTA JÚNIOR, M.; ARANTES, F. J.; ARAÚJO, H. N.; PAIXÃO, R. C.; BERTUCCI, D. R.; RESENDE, B. R.; COSTA JÚNIOR, A. L. S.; MACHADO, G. B.; NUNES, J. E. D. Comparação do consumo máximo de oxigênio entre jogadores de futsal que atuam em diferentes posições. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 6, n. 20, p. 146-152, 2014.

COSTA, A. G. V.; GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 2, p. 539-549, 2013.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, v. 26, n. 8, p. 1001-1043, 2009.

CUENCA, E.; JODRA, P.; PÉREZ-LÓPEZ, A.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, L. G.; FERNANDES DA SILVA, S.; VEIGA-HERREROS, P.; DOMÍNGUEZ, R. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Performance and Fatigue in a 30-s All-Out Sprint Exercise: A Randomized, Double-Blind Cross-Over Study. **Nutrients**, v. 10, n. 9, pii: E1222, 2018.

CUNNIFFE, B.; PAPAGEORGIOU, M.; O'BRIEN, B.; DAVIES, N. A.; GRIMBLE, G. K.; CARDINALE, M. Acute Citrulline-Malate Supplementation and High-Intensity Cycling Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 9, p. 2638-2647, 2016.

DA SILVA, N. A.; RODRIGUES, E.; MERCADANTE, A. Z.; DE ROSSO, V. V. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 5072-5084, 2014.

DA SILVA, P. P. M.; DO CARMO, L. F.; SILVA, G. M.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; CASEMIRO, R. C.; SPOTO, M. H. F. Physical, chemical, and lipid composition of juçara (*Euterpe edulis* Mart.) pulp. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 7-13, 2013.

DALLE-DONNE, I.; ROSSI, R.; GIUSTARINI, D.; MILZANI, A.; COLOMBO, R. Protein carbonyl groups as biomarkers of oxidative stress. **Clinica Chimica Acta**, v. 329, n. 1-2, p. 23-38, 2003.

DAVIES, K. J.; QUINTANILHA, A. T.; BROOKS, G. A.; PACKER, L. Free radicals and tissue damage produced by exercise. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 107, n. 4, p. 1198-1205, 1982.

DE BRITO, E. S.; DE ARAÚJO, M. C. P.; ALVES, R. E.; CARKEET, C.; CLEVIDENCE, B.; NOVOTNY, J. Anthocyanins present in selected tropical fruits: Acerola, jambolão, jussara, and guajiru. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 23, p. 9389-9394, 2007.

DE LA CRUZ, A. A.; HILBERT, G.; MENGIN, V.; RIVIÈRE, C.; OLLAT, N.; VITRAC, C.; BORDENAVE, L.; DECROOCQ, S.; DELAUNAY, J. C.; MÉRILLON, J. M.; MONTI, J. P.; GOMÈS, E.; RICHARD, T. Anthocyanin phytochemical profiles and anti-oxidant activities of *Vitis candicans* and *Vitis doaniana*. **Phytochemical Analysis**, v. 24, n. 4, p. 446-452, 2013.

DE LIZ, S.; CARDOSO, A. L.; COPETTI, C. L. K.; HINNIG, P. F.; VIEIRA, F. G. K.; DA SILVA, E. L.; SCHULZ, M.; FETT, ROSEANE.; MICKE, G. A.; DI PIETRO, P. F. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) juices improved HDL-c levels and antioxidant defense of healthy adults in a 4-week randomized cross-over study. **Clinical Nutrition**, 2020.

DEGÁSPARI C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p.33-40, 2004.

DEL BÓ, C.; MARTINI, D.; PORRINI, M.; KLIMIS-ZACAS, D.; RISO, P. Berries and oxidative stress markers: an overview of human intervention studies. **Food and Function**, v. 6, p. 2890-2917, 2015.

DEL RIO, D.; BORGES, G.; CROZIER, A. Berry flavonoids and phenolics: bioavailability and evidence of protective effects. **British Journal of Nutrition**, v. 104, n. 3, p. 67-90, 2010.

DEL RIO, D.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; SPENCER, J. P. E.; TOGNOLINI, M.; BORGES, G.; CROZIER, A. Dietary (Poly)phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 18, n. 14, p. 1818-1892, 2013.

DEVASAGAYAM, T. P.; TILAK, J. C.; BOLOOR, K. K.; SANE, KS, GHASKADBI SS, LELE, R. D. Free Radicals and Antioxidants in Human Health: Current Status and Future Prospects **The Journal of the Association of Physicians of India**, v. 52, p. 794-804, 2004.

DILLARD, C. J.; LITOV, R. E.; SAVIN, W. M.; DUMELIN, E. E.; TAPPEL, A. L. Effects of Exercise, Vitamin E, and Ozone on Pulmonary Function and Lipid Peroxidation. **Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise**, v. 45, n. 6, p. 927-932, 1978.

DOMIJAN, A. M.; RALIĆ, J.; RADIĆ BRKANAC, S.; RUMORA, L.; ŽANIĆ-GRUBIŠIĆ, T. Quantification of malondialdehyde by HPLC-FL – application to various biological samples. **Biomedical Chromatography**, v. 29, n. 1, p. 41-46, 2014.

DOORN, J. A.; PETERSEN, D. R. Covalent adduction of nucleophilic amino acids by 4-hydroxynonenal and 4-oxononenal. **Chemico-Biological Interactions**, v. 1, n. 143-144, p. 93-100, 2003.

DORNAS, W. C.; OLIVEIRA, T. T.; RODRIGUES-DAS-DORES, R. G.; SANTOS, A. F.; NAGEM, T. J. Flavonoides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 28, p. 241-249, 2007.

DOS REIS, S. O.; LUZ, T. C.; DA SILVA COUTO, C. V. M.; DALBÓ, J.; NUNES, L. D. C.; MARTINS, M. C.; SILVA, P. I.; DA SILVA, A. M. A.; TRIVILIN, L.O. Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) Supplementation Reduces Aberrant Crypt Foci and Increases SOD1 Expression in the Colorectal Mucosa of Carcinogenesis-Induced Rats. **Nutrition and Cancer**, v. 72, n. 4, p. 610-619, 2019.

DOTAN, R. The Wingate anaerobic test's past and future and the compatibility of mechanically versus electro-magnetically braked cycle-ergometers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 1, p. 113-116, 2006.

DRÖGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiological Reviews**, v. 82, n. 1, p. 47-95, 2002.

DURAND, M. J.; DHARMASHANKAR, K.; BIAN, J.-T.; DAS, E.; VIDOVICH, M.; GUTTERMAN, D. D.; PHILLIPS, S. A. Acute Exertion Elicits a H₂O₂—Dependent Vasodilator Mechanism in The Microvasculature of Exercise Trained But Not Sedentary Adults. **Hypertension**, v. 65, n. 1, p. 140–145, 2015.

DUTHIE, G. G.; ROBERTSON, J. D.; MAUGHAN, R. J.; MORRICE, P. C. Blood antioxidant status and erythrocyte lipid peroxidation following distance running. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 282, n. 1, p. 78-83, 1990.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Publicação sobre a palmeira Juçara mostra relevância e benefícios da espécie**. 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/noticias/-/asset_publisher/d5zeAgqx3Tw9/content/id/77061917. Acesso em 24 mai, 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Juçara (*Euterpe edulis* M.): importância ecológica e alimentícia**. Embrapa Florestas, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/candi/Downloads/EmbrapaFlorestas-2022-Documentos372-atualizado.pdf>. Acesso em 24 mai, 2023.

ENOKA, R. M.; STUART, D. G. Neurobiology of muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology** (1985), v. 72, n. 5, p. 1631-1648, 1992.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Produção de açaí em SC gera renda aos agricultores e preserva palmeira ameaçada de extinção**. 2020. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/11/09/producao-de-acai-em-sc-gera-renda-aos-agricultores-e-preserva-palmeira-ameacada-de-extincao/>. Acesso em 24 mai, 2023.

FAVERO, T. G. Sarcoplasmic reticulum Ca (2+) release and muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 2, p. 471-483, 1999.

FEDOROVA, M.; BOLLINENI, R. C.; HOFFMANN, R. Protein carbonylation as a major hallmark of oxidative damage: update of analytical strategies. **Mass Spectrometry Reviews**, v. 33, n. 2, p. 79-97, 2014.

FELZENSZWALB, I.; DA MARQUES, M. R. C.; MAZZEI, J. L.; AIUB, C. A. F. Toxicological evaluation of *Euterpe edulis*: A potential superfruit to be considered. **Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 536-544, 2013.

FERNANDES, A. A. **Avaliação da bioacessibilidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante em polpa comercial de frutos da palmeira juçara (*Euterpe Edulis* Martius) submetida ao processo de digestão gastrointestinal *in vitro***. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

FINSTERER, J. Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2012.

FORMAN, H. J.; DAVIES, K. J. A.; URSINI, F. How Do Nutritional Antioxidants Really Work: Nucleophilic Tone and Para-Hormesis Versus Free Radical Scavenging in vivo. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 66, p. 23-35, 2014.

FREI, B.; STOCKER, R.; AMES, B. N. Antioxidant defenses and lipid peroxidation in human blood plasma. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 85, p. 9748-9752, 1981.

FREITAS, R. B.; MELATO, F. A.; OLIVEIRA, J. M.; BASTOS, D. S.; CARDOSO, R. M.; LEITE, J. P. V.; LIMA, L. M. *Euterpe edulis* effects on cardiac and renal tissues of *Wistar* rats fed with cafeteria diet. **Nutricion Hospitalaria**, v. 34, p. 186-192, 2017a.

FREITAS, R. B.; NOVAES, R. D.; GONÇALVES, R. V.; MENDONÇA, B. G.; SANTOS, E. C.; RIBEIRO, A. Q.; LIMA, L. M.; FIETTO, L. G.; PELUZIO, M. C. G.; LEITE, J. P. V. *Euterpe edulis*: extract but not oil enhances antioxidant defenses and protects against nonalcoholic fatty liver disease induced by a high-fat diet in rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, p. 1-9, 2016.

FREITAS, R. B.; RÔMULO, D. N.; BIANCA, G. M.; ELIZIÁRIA, C. S.; MURILO, S. A.; LUCIANO, G. F.; LUCIANA, M. L.; MARIA DO CARMO, P.; REGGIANI, V. V. G.; JOÃO PAULO, L. *Euterpe edulis* extracts positively modulates the redox status and expression of inflammatory mediators. **Food Agricultural and Immunology**, v. 105, p. 1-13, 2017b.

FUSTER-MUÑOZ, E.; ROCHE, E.; FUNES, L.; MARTÍNEZ-PEINADO, P.; SEMPERE, J. M.; VICENTE-SALAR, N. Effects of pomegranate juice in circulating parameters, cytokines, and oxidative stress markers in endurance-based athletes: A randomized controlled trial. **Nutrition**, v. 32, n. 5, p. 539-545, 2016.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological Reviews**, v. 81, n. 4, p. 1725-1789, 2001.

GANDHI, S.; ABRAMOV, A. Y. Mechanism of oxidative stress in neurodegeneration. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2012, p. 1-11, 2012.

GARNACHO-CASTAÑO, M. V.; PALAU-SALVÀ, G.; CUENCA, E.; MUÑOZ-GONZÁLEZ, A.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, P.; DEL CARMEN LOZANO-ESTEVAN,

M.; VEIGA-HERREROS, P.; MATÉ-MUÑOZ, J. L.; DOMÍNGUEZ, R. Effects of a single dose of beetroot juice on cycling time trial performance at ventilatory thresholds intensity in male triathletes. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2018.

GHEZZI, P.; BONETTO, V.; FRATELLI, M. Thiol-disulfide balance: from the concept of oxidative stress to that of redox regulation. **Antioxidants and Redox Signaling**, v. 7, n. 7-8, p. 964-972, 2005.

GIUSTARINI, D.; DALLE-DONNE, I.; MILZANI, A. FANTI, P.; ROSSI, R. Analysis of GSH and GSSG after derivatization with N-ethylmaleimide. **Nature Protocols**, v. 8, n. 9, p. 1660-1669, 2013.

GODWIN, C.; COOK, M. D.; WILLEMS, M. E. T. Effect of New Zealand Blackcurrant Extract on Performance during the Running Based Anaerobic Sprint Test in Trained Youth and Recreationally Active Male Football Players. **Sports**, v. 5, n. 3, 69, 2017.

GOHIL, K.; VIGUIE, C.; STANLEY, W. C.; BROOKS, G. A.; PACKER, L. Blood Glutathione Oxidation during Human Exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 1, p. 115-119, 1988.

GONÇALVES, M. C.; BEZERRA, F. F.; ELEUTHERIO, E. C.; BOUSKELA, E.; KOURY, J. Organic grape juice intake improves functional capillary density and post occlusive reactive hyperemia in triathletes. **Clinics**, v. 66, n. 9, p. 1537-1541, 2011.

GOSKER, H. R.; SCHOLS, A. M. Fatigued muscles in COPD but no finishing line in sight. **European Respiratory Journal**, v. 31, n. 4, p. 693-694, 2008.

GOTO, C.; HIGASHI, Y.; KIMURA, M.; NOMA, K.; HARA, K.; NAKAGAWA, K.; KAWAMURA, M.; CHAYAMA, K.; YOSHIZUMI, M.; NARA, I. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans: Role of endothelium-dependent nitric oxide and oxidative stress. **Circulation**, v. 108, n. 5, p. 530-535, 2003.

GOTO, C.; NISHIOKA, K.; UMEMURA, T.; JITSUIKI, D.; SAKAGUTCHI, A.; KAWAMURA, M.; CHAYAMA, K.; YOSHIZUMI, M.; HIGASHI, Y. Acute Moderate-Intensity Exercise Induces Vasodilation Through an Increase in Nitric Oxide Bioavailability in Humans. **American Journal of Hypertension**, v. 20, n. 8, p. 825-830, 2007.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise. **Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 785-807, 2001.

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

GROTTO, D.; SANTA MARIA, L. D.; BOEIRA, S.; VALENTINI, J.; CHARÃO, M. F.; MORO, A. M.; NASCIMENTO, P. C.; POMBLUM, V. J.; GARCIA, S. C. Rapid quantification of malondialdehyde in plasma by high performance liquid chromatography–visible detection. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 43, n. 2, p. 619-624, 2007.

GUERGOLETTTO, K. B.; COSTABILE, A.; FLORES, G.; GARCIA, S.; GIBSON, G. R. In vitro fermentation of juçara pulp (*Euterpe edulis*) by human colonic microbiota. **Food Chemistry**, v. 196, p. 251-258, 2016.

GÜLÇİN, I. Antioxidant Activity of food constituents: a review. **Archives of Toxicology**, v. 86, n. 3, p. 345-391, 2012.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants – quo vadis? **Trends in Pharmacological Sciences**, v. 32, p.125-130, 2011.

HALLIWELL, B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. **Plant Physiology**, v. 141, p. 312-322, 2006.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radical in biology and medicine**. 4. ed. Oxford: Oxford University Press, 2007.

HALLIWELL, B.; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage *in vivo* and cell culture. How should you do it and what does it mean? **British Journal of Pharmacology**, v. 141, p. 231-255, 2004.

HARBORNE, J. B. In: Cody V, Middleton E, Harborne JB, Alan R (eds) **Plant flavonoids in biology and medicine**. Liss, New York, p. 15-24, 1986.

HARBORNE, J. B.; BAXTER, H.; MOSS, G. P. **Phytochemical dictionary**: handbook of bioactive compounds from plants, 2. ed. Taylor and Francis, London, 1999.

HARBORNE, J. B.; GRAYER, R. J. **The anthocyanins**. In: The flavonoids: advances in research since 1980. Chapman & Hall, London, 1988, p. 1-20.

HEINRICH, M.; DHANJI, T.; CASSELMAN, I. Acai (*Euterpe oleracea* Mart.) - A phytochemical and pharmacological assessment of the species' health claims. **Phytochemistry Letters**, v. 4, n. 1, p. 10-21, 2011.

HELLSTEN, Y.; APPLE, F. S.; SJÖDIN, B. Effect of sprint cycle training on activities of antioxidant enzymes in human skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 4, p. 1484-1487, 1996.

HENDERSON, A. **O gênero *Euterpe* no Brasil**. In: M. S. Reis, & A. Reis. *Euterpe edulis* Martius – (Palmitheiro) biologia, conservação e manejo, p. 1-22, Itajaí: Herbário, 2000.

HOCHMAN, B. NAHAS, F. X.; OLIVEIRA FILHO, R. S.; FERREIRA, L. M. Research designs. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, Supl. 2, p. 2-9, 2005.

HOPKINS, W. G.; MARSHALL, S. W.; BATTERHAM, A. M.; HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine & Science in Sports & Exercise** v. 41, n. 1, p. 3–13, 2009.

HOPKINS, W. G.; SCHARBORT, E. J.; HAWLEY, J. A. Reliability of power in physical performance tests. **Sports Medicine**, v. 31, n. 3, p. 211-234, 2001.

HOWATSON, G.; McHUGH, M. P.; HILL, J. A.; BROUNER, J.; JEWELL, A.P.; VAN SOMEREN, K. A.; SHAVE, R. E.; HOWATSON, S. A. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 20, n. 6, p. 843-852, 2010.

HOWATSON, G.; SNAITH, G. C.; KIMBLE, R.; COWPER, G.; KEANE, K. M. Improved Running Endurance Performance Following Haskap Berry (*Lonicera caerulea* L.) Ingestion. **Nutrients**, v. 14, n. 4, 780, 2022.

HUI, Y. H. **Handbook of fruit and fruit processing**. Iowa: Blackwell Publishing, 2006.

HURST, R. D.; LYALL, K. A.; ROBERTS, J. M.; PERTHANER, A.; WELLS, R. W.; COONEY, J. M.; JENSEN, D. J.; BURR, N. S.; HURST, S. M. Consumption of an Anthocyanin-Rich Extract Made From New Zealand Blackcurrants Prior to Exercise May Assist Recovery From Oxidative Stress and Maintains Circulating Neutrophil Function: A Pilot Study. **Frontiers in Nutrition**, v. 6, p. 1-14, 2019.

HURST, R. D.; LYALL, K. A.; WELLS, R. W.; SAWYER G. M. LOMIWIVES, D.; NGAMEGTUA, N.; HURST, S. M. Daily Consumption of an Anthocyanin-Rich Extract Made From New Zealand Blackcurrants for 5 Weeks Supports Exercise Recovery Through the Management of Oxidative Stress and Inflammation: A Randomized Placebo Controlled Pilot Study. **Frontiers in Nutrition**, v. 7, 16, 2020.

INADA, K. O. P.; OLIVEIRA, A. A.; REVOREDO, T. B.; MARTINS, A. B. N.; LACERDA, E. C. Q.; FREIRE, A. S.; BRAZ, B. R.; SANTELLI, R. E.; TORRES, A. G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. C. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 422-433. 2015.

IVANOVA, D.; TASINOV, O.; KISELOVA-KANEVA, Y. Improved lipid profile and increased serum antioxidant capacity in healthy volunteers after *Sambucus ebulus* L. fruit infusion consumption. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 65, n. 6, p. 740-744, 2014.

JACKSON, M. J.; McARDLE, A. Age-related changes in skeletal muscle reactive oxygen species generation and adaptive responses to reactive oxygen species. **The Journal of Physiology**, v. 589, n. 9, p. 2139-2145, 2011.

JACKSON, M. J.; VASILAKI, A.; McARDLE, A. Cellular mechanisms underlying oxidative stress in human exercise. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 98, p. 13-17, 2016.

JAIN, P.; PAREEK, A.; RATAN, Y.; SHARMA, S.; PALIWAL, S. Free radicals and dietary antioxidants: a potential review. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 18, n. 7, p. 34-48, 2013.

JAMAR, G.; SANTAMARINA, A. B.; MENNITTI, L. V.; CESAR, H. C.; OYAMA, L. M.; ROSSO, V. V.; PISANI, P. L. *Bifidobacterium* spp. reshaping in the gut microbiota by low dose of juçara supplementation and hypothalamic insulin resistance in Wistar rats. **Journal of Functional Foods**, v. 46, p. 212-219, 2018.

JAMAR, G.; SANTAMARINA, A. B.; CASAGRANDE, B. P.; ESTADELLA, D.; ROSSO, V. V.; WAGNER, R.; FAGUNDES, M. B.; PISANI, P. L. Prebiotic potential of juçara berry on changes in gut bacteria and acetate of individuals with obesity. **European Journal of Nutrition**, 2020a.

JAMAR, G.; SANTAMARINA, A. M.; FLYGARE, A. C.; GAGLIARDI, A.; DE ROSSO, V. V.; DOURADO, V. Z.; PISANI, L. P. Effects of the juçara fruit supplementation on metabolic parameters in individuals with obesity: A double-blind randomized controlled trial. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 83, 108430, 2020b.

JESUS, G. Do espaço colonial ao espaço da modernidade: os esportes na vida urbana do Rio de Janeiro. **Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, v. 7, n. 45, 1999.

JEUKENDRUP, A. E. **Cycling**. In: Maughan RJ, editor. Nutrition in sport. Oxford: Blackwell Science Ltd., p. 562-573, 2000.

JEUKENDRUP, A. E.; CURRELL, K. Should time trial performance be predicted from three serial time-to-exhaustion tests? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 10, 1820, 2005.

JEUKENDRUP, A.; SARIS, W. H.; BROUNS, F.; KESTER, A. D. A new valeted endurance performance test. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 28, n. 2, p. 266-270, 1996.

JI, L. L.; FU, R. Responses of glutathione system and antioxidant enzymes to exhaustive exercise and hydroperoxide. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, n. 2, p. 549-554, 1992.

JI, L. L., STRATMAN, F. W., LARDY, H. A. Antioxidant enzyme systems in rat liver and skeletal muscle. Influences of selenium deficiency, chronic training, acute exercise. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 263, n. 1, p. 150-160, 1988.

JOHNSON, S. A.; FIGUEROA, A.; NAVAEI, N.; WONG, A.; KALFON, R.; ORMSBEE, L. T.; FERESIN, R. G.; ELAM, M. L.; HOOSHMAND, S.; PAYTON, M. E.; ARJMANDI, B. H. Daily Blueberry Consumption Improves Blood Pressure and Arterial Stiffness in Postmenopausal Women with Pre-and Stage 1- Hypertension: A Randomized, Double-Blind, Placebo Controlled Clinical Trial. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 115, n. 3, p. 369-377, 2015.

JUEL, C. Regulation of pH in human skeletal muscle: Adaptations to physical activity. **Acta Physiologica**, v. 193, n. 1, p. 17-24, 2008.

KARDUM, N.; TAKIĆ, M.; ŠAVIKIN, K.; ZEC, M.; ZDUNIĆ, G.; SPASIĆ, S.; KONIĆ-RISTIĆ, A. Effects of polyphenol-rich chokeberry juice on cellular antioxidant enzymes and membrane lipid status in healthy women, **Journal of Functional Foods**, v. 9, p. 89-97, 2014.

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**, v. 11, n. 10, 2389, 2019.

KAWAMURA, T.; MURAOKA, I. Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. **Antioxidants**, v. 7, n. 9, p. 1-19, 2018.

KAY, C. D.; HOLUB, B. J. The effect of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) consumption on postprandial serum antioxidant status in human subjects. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 4, p. 389-397, 2002.

KEANE, K. M.; BAILEY S. J.; VANHATALO, A.; JONES, A. M.; HOWATSON, G. Effects of montmorency tart cherry (*L. Prunus Cerasus*) consumption on nitric oxide biomarkers and exercise performance. **Scandinavia Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 7, p. 1746-1756, 2018.

KENT-BRAUN, J. A.; FITTS, R. H.; CHRISTIE, A. Skeletal muscle fatigue. **Comprehensive Physiology**, v. 2, n. 2, p. 997-1044, 2012.

KERR, A.; SLATER, G. J.; BYRNE, N. Impact of food and fluid intake on technical and biological measurement error in body composition assessment methods in athletes. **British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 4, p. 591-601, 2017.

KNEZ, W. L.; JENKINS, D. G.; COOMBES, J. S. The effect of an increased training volume on oxidative stress. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 1, p. 8-13, 2014.

KNICKER, A. J.; RENSHAW, I.; OLDHAM, A. R.; CAIRNS, S. P. Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. **Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 307-328, 2011.

KOCHLIK, B.; GRUNE, T.; WEBER, D. New findings of oxidative stress biomarkers in nutritional research. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 20, n. 5, p. 349-359, 2017.

KOHMOTO, O.; SPITZER, K. W.; MOVSESIAN, M. A.; BARRY, W. H. Effects of intracellular acidosis on $[Ca^{2+}]_i$ transients, transsarcolemmal Ca^{2+} fluxes, and contraction in ventricular myocytes. **Circulation Research**, v. 66, n. 3, p. 622-632, 1990.

KOOPMAN, W. J.; NIJTMANS, W. J.; DIETEREN, C. E.; ROESTENBERG, P.; VALSECCHI, F.; SMEITINK, J. A. M.; WILLEMS, P. H. G. M. Mammalian mitochondrial complex I: biogenesis, regulation, and reactive oxygen species generation. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 12, n. 12, p. 1431-1470, 2010.

KOURY, J. C.; DONANGELO, C. M. Zinc, oxidative stress and physical activity. **Revista de Nutrição**, v. 16, p. 433-441, 2003.

KRUGER, M. J.; DAVIES, N.; MYBURGH, K. H.; LECOUR, S. Proanthocyanidins, anthocyanins and cardiovascular diseases. **Food Research International**, v. 59, p. 41-52, 2014.

KUNTZ, S.; KUNZ, C.; HERRMANN, J.; BORSCH, C. H.; ABEL, G.; FRÖHLING, B.; DIETRICH, H.; RUDLOFF, S. Anthocyanins from fruit juices improve the antioxidant status of healthy young female volunteers without affecting anti-inflammatory parameters: results from the randomised, double blind, placebo-controlled, cross-over ANTHONIA (ANTHOCyanins in Nutrition Investigation Alliance) study. **British Journal of Nutrition**, v. 112, n. 6, p. 925-936, 2014.

LAFAY, S.; JAN, C.; NARDON, K.; LEMAIRE, B.; IBARRA, A.; ROLLER, M.; HOUVENAEGHEL, M.; JUHEL, C.; CARA, L. Grape extract improves antioxidant status and physical performance in elite male athletes. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 8, p. 468-480, 2009.

LANFERDINI, F. J.; SPERB, C. H.; DA ROCHA, E. S.; BAPTISTA, R. R.; VAZ, M. A. Power output reliability between Garmin[®] Vector meter and Lode Excalibur Sport[®] cycle ergometer. **Research on Biomedical Engineering**, v. 36, n. 2, p. 333-340, 2020.

LAWLER, J. M.; POWERS, S. K.; VAN DIJK, H.; VISSER, T.; KORDUS, M. J.; JI, L. L. Metabolic and antioxidant enzyme activities in the diaphragm: effects of acute exercise. **Respiration Physiology**, v. 96, n. 2-3, p. 139-149, 1994.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.; SOARES, K. **ARECACEAE in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Publicado em Flora do Brasil, 2014.
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15711>. Acesso em 07 set, 2019.

LEVERS, K.; DALTON, R.; GALVAN, E.; GOODENOUGH, C.; O'CONNOR, A.; SIMBO, S.; BARRINGER, N.; MERTENS-TALCOTT, S. U.; RASMUSSEN, C.; GREENWOOD, M.; RIECHMAN, S.; CROUSE, S.; KREIDER, R. B. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on an acute bout of intense lower body strength exercise in resistance trained males. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 41, p. 1-23, 2015.

LEVERS, K.; DALTON, R.; GALVAN, E.; O'CONNOR, A.; GOODENOUGH, C.; SIMBO, S.; MERTENS-TALCOTT, S. U.; RASMUSSEN, C.; GREENWOOD, M.; RIECHMAN, S.; CROUSEAND, S.; KREIDE, R. B. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on acute endurance exercise performance in aerobically trained individuals. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 13, n. 1, p. 1-23, 2016.

LEVINE, R. L. GARLAND, D.; OLIVER, C. N.; AMICI, A.; CLIMENT, I.; LENZ, A. G.; AHN, B. W.; SHALTIEL, S.; STADTMAN, E. R. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. **Methods in Enzymology**, v. 186, p. 464-478, 1990.

LEW, H.; PYKE, S.; QUINTANILHA, A. Changes in the glutathione status of plasma, liver and muscle following exhaustive exercise in rats. **FEBS Letters**, v. 185, n. 2, p. 262-266, 1985.

LIAO, Y.-H.; MÜNDEL, T.; YANG, Y.-T.; WEI, C.-C.; TSAI, S.-C. Effects of periodic carbohydrate ingestion on endurance and cognitive performances during a 40-km cycling time-trial under normobaric hypoxia in well-trained triathletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 16, p. 1-11, 2019.

LILA, M. A.; BURTON-FREEMAN, B.; GRACE, M.; KALT, W. Unraveling anthocyanin bioavailability for human health. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 7, p. 375-393, 2016.

LIMA, V. L. A. G.; PINHEIRO, I. O.; NASCIMENTO, M. S.; GOMES, P. B.; GUERRA, N. B. Identificação de antocianidinas em acerolas do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 927-935, 2006.

LIMA-SILVA, A. E.; PIRES, F. O.; BERTUZZI, R.; SILVA-CAVALCANTE, M. D.; OLIVEIRA, R. S.; KISS, M. A.; BISHOP, D. Effects of a low- or a high-carbohydrate diet on performance, energy system contribution, and metabolic responses during supramaximal exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 38, n. 9, p. 928-934, 2013.

LÓPEZ-ALARCÓNA, C.; DENICOLA, A. Evaluating the antioxidant capacity of natural products: a review on chemical and cellular-based assays. **Analytica Chimica Acta**, v. 763, n. 6, p. 1-10, 2013.

LORENZI, H. **Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2010.

LOTITO, S. B.; FREI, B. The increase in human plasma antioxidant capacity after apple consumption is due to the metabolic effect of fructose on urate, not apple-derived antioxidant flavonoids. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 37, n. 2, p. 251-258, 2004.

LOVATO, G.; VUADEN, F. C. Diferentes formas de suplementação de carboidratos e seus efeitos na performance de um atleta de ciclismo: estudo de caso. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 52, p. 355-360, 2015.

LOVLIN, R.; COTTLE, W.; PYKE, I.; KAVANAGH, M.; BELCASTRO, A. N. Are Indices of Free Radical Damage Related to Exercise Intensity. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 56, n. 3, p. 313-316, 1987.

LUCÍA, A.; HOYOS, J.; SANTALLA, A.; PÉREZ, M.; CHICHARRO, J. L. Curvilinear VO₂: Power Output Relationship in a Ramp Test in Professional Cyclists: Possible Association with Blood Hemoglobin Concentration. **Japanese Journal of Physiology**, v. 52, n. 1, p. 95-103, 2002.

LUSHCHAK, V. I. Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. **Chemico-Biological Interactions**, v. 224, p. 164-175, 2014.

LUZ, H. K. M.; SCHELL, L. W.; FAUSTINO, L. R.; MANOEL, C.; SILVA, G.; FIGUEIREDO, J. R.; RODRIGUES, A. P. R. Papel de agentes antioxidantes na criopreservação de células germinativas e embriões. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, n. 2, p. 956, 2011.

MACIEL, L.; MOURA, N. F. de; LEONARDI, A. Cadeia produtiva do açaí juçara na região do litoral norte do Rio Grande do Sul. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 25, n. 52, p. 29-53, 2019.

MacINTOSH, B. R.; SHAHI, M. R. A peripheral governor regulates muscle contraction. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2011.

MAIESE, K. Environmental stimulus package: Potential for a rising oxidative deficit. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2, n. 4, p. 179-178, 2009.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 659-664, 2005.

MARGARITELIS, N. V.; COBLEY, J. N.; PASCHALIS, J.; VESKOUSKIS, A. S.; THEODOROU, A. A.; KYOARIS, A.; NIKOLAIDIS, M. G. Going retro: Oxidative stress biomarkers in modern redox biology. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 2-12, 2016.

MARINO, F. E. The limitations of the constant load and self-paced exercise models of exercise physiology. **Comparative Exercise Physiology**, v. 7, n. 4, p. 173–178, 2012.

MARNIEMI, J.; HAKALA, P.; MÄKI, J.; AHOTUPA, M. Partial resistance of low-density lipoprotein to oxidation in vivo after increased intake of berries. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 10, n. 6, p. 331-337, 2000.

MASELLA, R.; DI BENEDETTO, R.; VARI, R.; FILESI, C.; GIOVANNINI, C. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 16, n. 10, p. 577-586, 2005.

MASTALOUDIS, A.; LEONARD, S. W.; TRABER, M. G. Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 31, n. 7, p. 911-922, 2001.

MATHISON, B. D.; KIMBLE, L. L.; KASPAR, K. L.; KHOO, C.; CHEW, B. P. Consumption of cranberry beverage improved endogenous antioxidant status and protected against bacteria adhesion in healthy humans: a randomized controlled trial. **Nutrition Research**, v. 34, n. 5, p. 420-427, 2014.

MATSUMOTO, A.; HOPKINS, J. M. D. Purine-rich foods, dairy and protein intake, and the risk of gout in men. **The New England Journal of Medicine**, v. 350, p. 1093-1103, 2004.

MAUGHAN, R. J.; GREENHAFF, P. L.; LEIPER, J. B.; BALL, D.; LAMBERT, C. P.; GLEESON, M. Diet composition and the performance of high-intensity exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 15, n. 3, p. 265-275, 1997.

MAULIK, N.; McFADDEN, D.; OTANI, H.; THIRUNAVUKKARASU, M.; PARINANDI, N. L. Antioxidants in longevity and medicine. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2013, p. 1-3, 2013.

MAZANI, M.; FARD, A. S.; BAGHI, A. N.; NEMATI, A.; MOGADAM, R. A. Effect of pomegranate juice supplementation on matrix metalloproteinases 2 and 9 following exhaustive exercise in young healthy males. **Journal of Pakistan Medical Association**, v. 64, n. 7, p. 785-790, 2014.

MAZZA, G.; KAY, C. D.; COTTRELL, T.; HOLUB, B. J. Absorption of anthocyanins from blueberries and serum antioxidant status in human subjects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 6, p. 7731-7737, 2002.

McANULTY, L. S.; NIEMAN, D. C.; DUMKE, C. L. SHOOTER, L. A.; HENSON, D. A.; UTTLER, A. C.; MILNE, G.; McANULTY, S. R. Effect of blueberry ingestion on natural killer cell counts, oxidative stress, and inflammation prior to and after 2.5 h of running. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 6, p. 876-884, 2011.

McANULTY, S. R.; MCANULTY, L. S.; NIEMAN, D. C.; MORROW, J. D.; UTTER, A. C.; DUMKE, C. L. Effect of resistance exercise and carbohydrate ingestion on oxidative stress. **Free Radical Research**, v. 39, n. 11, p. 1219-1224, 2005.

McANULTY, S. R.; NIEMAN, D. C.; MCANULTY, L. S.; LYNCH, W. S.; JIN, F.; HENSON, D. A. Effect of mixed flavonoids, n-3 fatty acids, and vitamin C on oxidative stress and antioxidant capacity before and after intense cycling. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 21, n. 4, p. 328-337, 2011.

McARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 2003.

McCORMICK, R.; PEELING, P.; BINNIE, M.; DAWSON, B.; SIM, M. Effect of tart cherry juice on recovery and next day performance in well-trained Water Polo players. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 13, n. 41, p. 1-8, 2016.

McKENNA, M. J.; BANGSBO, J.; RENAUD, J. M. Muscle K⁺, Na⁺, and Cl⁻ disturbances and Na⁺-K⁺ pump inactivation: implications for fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 1, p. 288-295, 2008.

McLEAY, Y.; BARNES, M. J.; MUNDEL, T.; HURST, S. M.; HURST, R. D.; STANNARD, S. R. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, n. 19, p. 1-12, 2012.

McNEIL, C. J.; ALLEN, M. D.; OLYMPICO, E.; SHOEMAKER, J. K.; RICE, C. L. Blood flow and muscle oxygenation during low, moderate, and maximal sustained isometric contractions. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 309, n. 5, p. 475-481, 2015.

MENDES, B. C.; COPETTI, C. L. K.; PANZA, V. S. P.; ORSATTO, L. B. R.; ROSA, J. S.; DIEFETHAELER, F.; DALMARCO, E. M.; DI PIETRO, P. F.; RIEGER, D. K. Effects of *Euterpe edulis* Martius on inflammatory responses to high-intensity intermittent exercise: Cross-over randomized trial. **Nutrition**, v. 91-92, 111344, 2021.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008.

MOAZEN, S.; AMANI, R.; HOMAYOUNI, R. A.; SHAHBAZIAN, H.; AHMADI, T.; TAHA, J. M. Effects of freeze-dried strawberry supplementation on metabolic biomarkers of atherosclerosis in subjects with type 2 diabetes: a randomized double-blind controlled trial. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 63, n. 3, p. 256-264, 2013.

MONTANARI, S.; BLACKER, S. D.; WILLEMS, M. E. T. Acute Effects of New Zealand Blackcurrant Extract on Cycling Time-Trial Are Performance Dependent in Endurance-Trained Cyclists: A Home-Based Study. **Sports**, v. 11, n. 5, 93, 2023.

MORAIS, C. A.; OYAMA, L. M.; OLIVEIRA, J. L.; GARCIA, M. C.; ROSSO, V. V.; AMIGO, L. S. M.; NASCIMENTO, C. M. O.; PISANI, L. P. Jussara (*Euterpe edulis* Mart.) Supplementation during Pregnancy and Lactation Modulates the Gene and Protein Expression of Inflammation Biomarkers Induced by *trans*-Fatty Acids in the Colon of Offspring. **Mediators of Inflammation**, v. 2014, p. 1-11, 2014.

MORAIS, R. A.; TEIXEIRA, G. L.; FERREIRA, S. R. S.; CIFUENTES, A.; BLOCK, J. B. Nutritional Composition and Bioactive Compounds of Native Brazilian Fruits of the Arecaceae Family and Its Potential Applications for Health Promotion. **Nutrients**, v. 14, n. 19, 4009, 2022.

MORGAN, P. T.; BARTON, M. J.; BOWTELL, J. L. Montmorency cherry supplementation improves 15-km cycling time trial performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 3, p. 675-684, 2019.

MURPHY, C. A.; COOK, M. D.; WILLEMS, M. E. T. Effect of New Zealand Blackcurrant Extract on Repeated Cycling Time Trial Performance. **Sports**, v. 5, n. 2, p. E25, 2017.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4.ed. Campinas, São Paulo: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p.

NETZEL, M.; STRASS, G.; HERBST, M.; DIETRICH, H.; BITSCH, R.; BITSCH, I.; FRANK, T. The excretion and biological antioxidant activity of elderberry antioxidants in healthy humans. **Food Research International**, v. 38, n. 8-9, p. 905-910, 2005.

NETZEL, M.; STRASS, G.; KAUL, C.; BITSCH, I.; DIETRICH, H.; BITSCH, R. In vivo antioxidative capacity of a composite berry juice. **Food Research International**, v. 35, n. 2-3, p. 213-216, 2002.

NEUMANN, G. Cycling. In: Shephard RJ, Astrand PO, editors. **Endurance in Sport**. Oxford: Blackwell Science Ltd. 2000. p. 857.

NEVEU, V.; PEREZ-JIMÉNEZ, J.; VOS, F.; CRESPIY, V.; DU CHAFFAUT, L.; MENNEN, L.; KNOX, C.; EISNER, R.; CRUZ, J.; WISHART, D.; SCALBERT, A. Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. **Database (Oxford)**, v. 2010, p. 1-9, 2010.

NIKI, E. Oxidative stress and antioxidants: distress or eustress? **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 595, p. 19-24, 2016.

NOCELLA, C.; CAMMISOTTO, V.; PIGOZZI, F.; BORRIONE, P.; FOSSATI, C.; D'AMICO, A.; CANGEMI, R.; PERUZZI, M.; GOBBI, G.; ETTORRE, E.; FRATI, G.; CAVARRETTA, E.; CARNEVALE, R.; SMILE GROUP. Impairment between Oxidant and Antioxidant Systems: Short- and Long-term Implications for Athletes' Health. **Nutrients**, v. 11, n. 6, 1353, 2019.

NOVELLO, A. A.; CONCEIÇÃO, L. L.; DIAS, M. M. S. CARDOSO, L. M.; CASTRO, C. A.; RICCI-SILVA, M. E. LEITE, J. P. V.; PELUZUI, M. C. G. Chemical characterization, antioxidant and antiatherogenic activity of anthocyanin-rich extract from *Euterpe edulis* Mart. in mice. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 54, n. 2, p. 101-112, 2015.

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Jaboticabal: Funep, 2010. 49p.

OUTDOOR PARTICIPATION TRENDS REPORT (2021). Disponível em: <https://outdoorindustry.org/wp-content/uploads/2015/03/2021-Outdoor-Participation-Trends-Report.pdf> Acesso em 19 jan, 2022.

OYAMA, L. M.; SILVA, F. P.; CARNIER, J.; DE MIRANDA, D. A.; SANTAMARINA, A. B.; RIBEIRO, E. B.; OLLER DO NASCIMENTO, C. M.; DE ROSSO, V. V. Juçara pulp supplementation improves glucose tolerance in mice. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2016.

PAGLIARUSSI, M. S. **A cadeia produtiva agroindustrial do açaí: estudo da cadeia e proposta de um modelo matemático**. 2010. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

PALUDO, A. C.; BATISTA, M. B.; SERASSUELO JÚNIOR, H.; CYRINO, E. S.; RONQUE, E. R. V. Aptidão cardiorrespiratória em adolescentes estimada pelo teste de corrida e/ou caminhada de 9 minutos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 4, p. 401-408, 2012.

PAROLIN, M. L.; CHESLEY, A.; MATSOS, M. P.; SPRIET, L. L.; JONES, N. L.; HEIGENHAUSER, G. J. Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. **American Journal of Physiology**, v. 277, n. 5, p. 890-900, 1999.

PASSFIELD, L.; COAKLEY, S. Comparing time-trial and time to exhaustion performance. **Journal of Science and Cycling** (Abstract), v. 3, n. 2, 2014.

PAULSEN, G.; CUMMING, K. T.; HOLDEN, G.; HALLEN, J.; RONNESTAD, B. R.; SVEEN, O.; SKAUG, A.; PAUR, I.; BASTANI, N. E.; OSTGAARD, H. N.; BUER, C.; MIDTTUN, M.; FREUCHEN, F.; WIIG, H.; ULSETH, E. T.; GARTHE, I.; BLOMHOFF, E.; BENESTAD, H. B.; RAASTAD, T. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomised, controlled trial. **The Journal of Physiology**, v. 592, n. 8, p. 1887-1901, 2014.

PEREIRA, D. C. S.; GOMES, F. S.; TONON, R. V.; BERES, C.; CABRAL, L. M. C. Towards chemical characterization and possible applications of juçara fruit: an approach to remove *Euterpe edulis* Martius from the extinction list. **Journal of Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 429-440, 2023.

PERKINS, I. C.; VINE, S. A.; BLACKER, S. D. New Zealand Blackcurrant Extract Improves High-Intensity Intermittent Running. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 5, p. 487-493, 2015.

PETROVIC, S.; ARSIC, A.; GLIBETIC, M.; CIKIRIZ, N.; JAKOVLJEVIC, V.; VUCIC, V. The effects of polyphenol-rich chokeberry juice on fatty acid profiles and lipid peroxidation of active handball players: results from a randomized, double-blind, placebo-controlled study. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 94, n. 10, p. 1058-1063, 2016.

PILACZYNKSA-SZCZESNIAK, L.; SKARPANKSA-STEINBORN, A.; DESKUR, E. BASTA, P.; HOROSZKIEWICZ-HASSAN, M. The influence of chokeberry juice supplementation on the reduction of oxidative stress resulting from an incremental rowing ergometer exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 15, n. 1, p. 48-58, 2005.

PINHEIRO, A. B. V.; LACERDA, E. M. A.; BENZECRY, E. H. GOMEZ, M. C. S.; COSTA, V. M. **Tabela de avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras**. Rio de Janeiro: Atheneu, 5. ed., 2005.

PISOSCHI, A. M.; POP, A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 97, p. 55-74, 2015.

POJER, E.; MATTIVI, F.; JOHNSON, D.; STOCKLEY, C. S. The case for anthocyanin consumption to promote human health: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, p. 483-508, 2013.

POLJSAK, B.; ŠUPUT, D.; MILISAV, I. Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2013, p. 1-11, 2013.

POTTER, J. A.; HODGSON, C. I.; BROADHURST, M.; HOWELL, L.; GILBERT, J.; WILLEMS, M. E. T.; PERKINS, I. C. Effects of New Zealand blackcurrant extract on sport climbing performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 1, p. 67-75, 2020.

POWERS, S. K.; CRISWELL, D.; LAWLER, J.; JI, L. L.; MARTIN, D.; HERB, R. A.; DUDLEY, G. Influence of exercise and fiber type on antioxidant enzyme activity in rat skeletal muscle. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 266, p. R375–R380, 1994.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 4, p. 1243-1276, 2008.

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

RAINOLDI, A.; GAZZONI, M.; MERLETTI, R.; MINETTO, M. A. Mechanical and EMG responses of the vastus lateralis and changes in biochemical variables to isokinetic exercise in endurance and power athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, n. 3, p. 321-331, 2008.

REID, M.B. Redox interventions to increase exercise performance. **The Journal of Physiology**, v. 594, n. 18, p. 5125–5133, 2016.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RICE-EVANS, C. Flavonoid Antioxidants. **Current Medicinal Chemistry**, v. 8, n. 7, p. 797-807, 2001.

RISTOW, M.; ZARSE, K.; OBERBACH, A.; KLOTING, N.; BIRRINGER, M.; KIEHNTOPF, M.; STUMVOLL, M.; KAHN, C. R.; BLÜHER, M. Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 21, p. 8665-8670, 2009.

ROGERS, N. M.; SEEGER, F.; GARCIN, E. D.; ROBERTS, D. D.; ISENBERG, J. S. Regulation of soluble guanylate cyclase by matricellular thrombospondins: implications for blood flow. **Frontiers in Physiology**, v. 5, p. 1-14, 2014.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: EDUFPA, 2000.

ROSA, L. F. B. P. C. Ciclismo. *In*: Hirschbruch, M. D.; Carvalho, J. R. (Org.). **Nutrição Esportiva**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008. p. 97-102.

ROVER JÚNIOR, L.; HOEHR, N. F.; VELLASCO, A. P. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutatona associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 112-119, 2001.

RUEL, G.; POMERLEAU, S.; COUTURE, P.; LAMARCHE, B.; COUILLARD, C. Changes in plasma antioxidant capacity and oxidized low-density lipoprotein levels in men after short term cranberry juice consumption. **Metabolism**, v. 54, n. 7, p. 856-861, 2005.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S. PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SACHECK, J. M.; CANNON, J. G.; HAMADA, K.; VANNIER, E.; BLUMBERG, J. B.; ROUBENOFF, R. Age-related loss of associations between acute exercise-induced IL-6 and oxidative stress. **American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism**, v. 291, n. 2, p. 340-349, 2006.

SADOWSKA-KREPPA, E.; KLAPCINSKA, 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. **Biology of Sport**, v. 32, n. 2, p.161-168, 2015.

SAITO, P. T.; BASSO, J. M.; GARCIA, S. Estabilidade e conservação de antocianinas e antioxidantes por acidificação e pasteurização da polpa de juçara. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 7, 2020, Porto Alegre. **Inovação com sustentabilidade**. Porto Alegre: SBCTA, 2020.

SANTAMARINA, A. B.; JAMAR, G.; MENNITTI, L. V.; CESAR, H. C.; ROSSO, V. V.; VASCONCELOS, J. R.; OYAMA, L. M.; PISANI, L. P. Supplementation of Juçara Berry (*Euterpe edulis* Mart.) Modulates Epigenetic Markers in Monocytes from Obese Adults: A Double-Blind Randomized Trial. **Nutrients**, v. 10, n. 12, E1899, 2018b.

SANTAMARINA, A. B.; JAMAR, G.; MENNITTI, L. V.; CESAR, H. C.; VASCONCELOS, J. R.; OYAMA, L. M.; ROSSO, V. V.; PISANI, L. P. Obesity-related inflammatory modulation by juçara berry (*Euterpe edulis* Mart.) supplementation in Brazilian adults: a double-blind randomized controlled trial. **European Journal of Nutrition**, 59, n. 4, p. 1693-1705, 2019b.

SANTAMARINA, A. B.; JAMAR, G.; MENNITTI, L. V.; RIBEIRO, D. A.; CARDOSO, C. M.; ROSSO, V. V.; OYAMA, L. M.; PISANI, L. P. Polyphenols-Rich Fruit (*Euterpe edulis* Mart.) Prevents Peripheral Inflammatory Pathway Activation by the Short-Term High-Fat Diet. **Molecules**, v. 24, n. 9, 1655, 2019a.

SANTAMARINA, A. B.; JAMAR, G.; MENNITTI, L. V.; ROSSO, V. V.; CESAR, H. C.; OYAMA, L. M.; PISANI, L. P. The Use of Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) Supplementation for Suppression of NF- κ B Pathway in the Hypothalamus after High-Fat Diet in Wistar Rats. **Molecules**, v. 23, n. 7, 1814, 2018a.

SANTANA, A. C.; CARVALHO, D. F.; MENDES, F. A. T. **Organização e competitividade das empresas de polpa de frutas do Estado do Pará: 1995 a 2004**. Belém: UNAMA, 2006. 176p.

SANTANA, A. A.; PAIXÃO, L. C.; DE OLIVEIRA, R. A.; TELIS, V. R. N. Influence of process conditions on the physicochemical properties of jussara pulp (*Euterpe edulis*) powder produced by spray drying. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1–13, 2018.

SASSI, A.; MARCORA, S. M.; RAMPININI, E.; MOGNONI, P.; IMPELLIZZERI, F. M. Prediction of time to exhaustion from blood lactate response during submaximal exercise in competitive cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 2, p. 174-180, 2006.

SCHIRMANN, G.; REIS, T.; GOUDEL, F.; MILLER, P. R. M.; SILVA, E.; BLOCK, J. M. Frutos da palmeira-juçara: alimento de qualidade para os catarinenses. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 26, p. 46-48, 2013.

SCHROETER, H.; BOYD, C.; SPENCER, J.; WILLIAMS, R.; CADENAS, E.; RICEEVANS, C. MAPK signaling in neurodegeneration: influences of flavonoids and of nitric oxide. **Neurobiology of Aging**, v. 23, n. 5, p. 861-880, 2002.

SCHULTZ, J. **Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açais de *Euterpe edulis* Martius e *Euterpe oleracea* Martius submetidos a tratamentos para sua preservação**. 2008. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SCHULZ, M.; BILUCA, F. C.; GONZAGA, L. V.; BORGES, G. D.; VITALI, L.; MICKE, G. A.; de GOIS, J. S.; de ALMEIDA, T. S.; BORGES, D. L.; MILLER, P. R.; COSTA, A. C.; FETT, R. Bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant potential of juçara fruits (*Euterpe edulis* Martius) subjected to in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 228, p. 447-454, 2017.

SCHULZ, M.; BORGES, G. S. C.; GONZAGA, L. V. OLIVEIRA COSTA, A. C.; FETT, R. Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14-26, 2016.

SCHULZ, M.; BORGES, G. S. C.; GONZAGA, L. V.; SERAGLIO, S. K. T.; OLIVO, I. S.; AZEVEDO, M. S.; NEHRING, P.; DE GOIS, J. S.; DE ALMEIDA, T. S.; VITALI, L.; SPUDEIT, D. A.; MICKE, G. A.; BORGES, D. L. G.; FETT, R. Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) during ripening. **Food Research International**, v. 77, p. 125-131, 2015.

SCHULZ, M.; SERAGLIO, S. K. T; BRUGNEROTTO, P.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Composition and potential health effects of dark-colored underutilized Brazilian fruits - A review. **Food Research International**, v. 137, 109744, 2020.

SEN, C. K. Glutathione Homeostasis in Response to Exercise Training and Nutritional Supplements. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 196, n. 1-2, p. 31-42, 1999.

SERAFINI, M.; MAIANI, G.; FERRO-LUZZI, A. Alcohol-free red wine enhances plasma antioxidant capacity in humans. **Journal of Nutrition**, v. 128, n. 6, p. 1003-1007, 1998.

SHAW, D. M.; MERIEN, F.; BRAAKHUIS, A.; PLEWS, D.; LAURSEN, P.; DULSON, D. K. The Effect of 1,3-Butanediol on Cycling Time-Trial Performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 29, n. 5, p. 466-473, 2019.

SIES H.; BERNDT, C.; JONES, D. P. Oxidative stress. **Annual Review of Biochemistry**, v. 86, p. 715-748, 2017.

SIES, H. Hydrogen peroxide as a central redox signaling molecule in physiological oxidative stress: oxidative eustress. **Redox Biology**, v. 11, p. 613-619, 2017.

SIES, H. On the history of oxidative stress: concept and some aspects of current development. **Current Opinion in Toxicology**, v. 7, p. 122-126, 2018.

SIES, H. **Oxidative stress**: introductory remarks. In *Oxidative stress*. Edited by Sies H, London: Academic Press, p. 1-8, 1985.

SIES, H. Strategies of antioxidant defense. **European Journal of Biochemistry**, v. 215, n. 2, p. 213-219, 1993.

SILVESTRE, J. C.; JUZWIAK, C. R.; GOLLÜCKE, A. P. B.; DOURADO, V. Z.; D'ALMEIDA, V. Acute effect of a grape concentrate intake on oxidative stress markers in triathletes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 16, n. 5, p. 533-544, 2014.

SIMPSON, R. J.; FLORIDA-JAMES, G. D.; COSGROVE, C.; WHYTE, G. P.; MACRAE, S.; PIRCHER, H.; GUY, K. High-intensity exercise elicits the mobilization of senescent T lymphocytes into the peripheral blood compartment in human subjects. **Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 1, p. 396-401, 2007.

SIQUEIRA, ANA P. S.; SIQUEIRA, J. M.; LOPES, M. P.; PIMENTEL, G. D. Effects of Juçara (*Euterpe edulis* Martius) on Health: An Overview of Clinical and Experimental Studies and Call for Action. **Nutrients**, v. 15, n. 8, 1809, 2023.

SOUZA, L. N. **Influência da capacidade antioxidante da dieta de indivíduos saudáveis na resposta antioxidante sérica após o consumo de suco do fruto juçara**. 2017. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SPECIALE, A.; CIMINO, F.; SAIJA, A.; CANALI, R.; VIRGILI, F. Bioavailability and molecular activities of anthocyanins as modulators of endothelial function. **Genes & Nutrition**, v. 9, n. 4, p. 1-9, 2014.

STENHOLM, S.; MAGGIO, M.; LAURETANI, F.; BANDINELLI, S.; CEDA, G. P.; DI IORIO, A.; GIALLAURIA, F.; GURALNIK, J. M.; FERRUCCI, L. Anabolic and catabolic biomarkers as predictors of muscle strength decline: the InCHIANTI study. **Rejuvenation Research**, v. 13, n. 1, p. 3-11, 2010.

STEVENS, K. L. P.; BLACK, A. L.; WELLS, K. M.; YEO, K. Y. B.; STEUART R. F. L.; STIRILING, C. J.; SCHULZ, B. L.; MOUSLEY, C. J. Diminished Ost3-dependent N-glycosylation of the BiP nucleotide exchange factor Sill1 is an adaptive response to reductive ER stress. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 47, p. 12489-12494, 2017.

SUNG, C-C.; HSU, Y-C.; CHEN, C-C.; LIN, Y-F WU, C-C. Oxidative stress and nucleic acid oxidation in patients with chronic kidney disease. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2013, p. 1-15. 2013.

TESSIER, F.; MARGARITIS, I.; RICHARD, M. J.; MOYNOT, C.; MARCONNET, P. Selenium and training effects on the glutathione system and aerobic performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 27, n. 3, p. 390-396, 1995.

TODA, S. Polyphenol content and antioxidant effects in herb teas. **Chinese Medicine**, v. 2, n. 1, p. 29-31, 2011.

TERRAZAS, S. I. B. M.; GALAN, B. S. M.; DE CARVALHO, F. G.; VENANCIO, V. P.; ANTUNES, L. M. G.; PAPOTI, M.; TORO, M. J. U.; DA COSTA, I. F.; DE FREITAS, E. C. Açai pulp supplementation as a nutritional strategy to prevent oxidative damage, improve oxidative status, and modulate blood lactate of male cyclists. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 7, p. 1-11, 2019.

TORREGROSA-GARCÍA, A.; ÁVILA-GANDÍA, V.; LUQUE-RUBIA, A. J.; ABELLÁN-RUIZ, M. S.; QUEROL-CALDERÓN, M.; LÓPEZ-ROMÁN, F. J. Pomegranate Extract Improves Maximal Performance of Trained Cyclists after an Exhausting Endurance Trial: A Randomised Controlled Trial. **Nutrients**, v. 11, n. 4, 721, 2019.

TOSCANO L. T.; SILVA, A. S.; DE FRANÇA, A. C. L.; DE SOUSA, B. R. V.; DE ALMEIDA FILHO, E. J. B.; COSTA, M. DA S.; BIASOTO, A. C. T.; SILVA, D. F. DA.; SENA, K. DE F.; CERQUEIRA, G. S.; GONÇALVES, M. DA C. R. A single dose of purple grape juice improves physical performance and antioxidant activity in runners: a randomized, crossover, double-blind, placebo study. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 7, p. 2997-3007, 2019.

TOSCANO, L. T.; TAVARES, R. L.; TOSCANO, L.; SILVA, C. S.; ALMEIRA, A. E.; BIASOTO, A. C.; GONGALVEZ MDA, C.; SILVA, A. S. Potential ergogenic activity of grape juice in runners. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 9, p. 899-906, 2015.

TRAVERSO, N.; RICCIARELLI, R.; NITTI, M.; MARENGO, B.; FURFARO, A. L.; PRONZATO, M. A.; MARINARI, U. M.; DOMENICOTTI, C. Role of glutathione in cancer progression and chemoresistance. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2013, 972913, 2013.

TREVISAN, A. C. D; FANTINI, A. C.; SCHMITT-FILHO, A. L.; FARLEY, J. Market for Amazonian açai (*Euterpe oleraceae*) stimulates pulp production from Atlantic Forest juçara berries (*Euterpe edulis*). **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 39, n. 7, p. 762-781, 2015.

TUBINO, M. J. G. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. São Paulo: Ibrasa, 1979.

TUCKER, R.; BESTER, A.; LAMBERT, E. V.; NOAKES, T. D.; VAUGHAM, C. L.; ST CLAIR GIBSON, A. Non-random fluctuations in power output during self-paced exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 11, p. 912–917, 2006.

TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; BUSCO, F.; BOMPADRE, S.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Strawberry consumption improves plasma antioxidant status and erythrocyte resistance to oxidative haemolysis in humans. **Food Chemistry**, v. 128, n. 1, p. 180-186, 2011.

TULIPANI, S.; ARMENI, T.; GIAMPIERI, F.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GONZALEZ-PARAMÁS, A. M.; SANTOS-BUELGA, C.; BUSCO, F.; PRINCIPATO, G.; BOMPADRE, S.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Strawberry intake increases blood fluid, erythrocyte and mononuclear cell defenses against oxidative challenge. **Food Chemistry**, v. 156, p. 87-93, 2014.

TULIPANI, S.; ROMANDINI, S.; BUSCO, F.; BOMPADRE, S.; MEZZETTI B.; BATTINO, M. Ascorbate, not urate, modulates the plasma antioxidant capacity after strawberry intake. **Food Chemistry**, v. 117, n. 1, p. 181-188, 2009.

Union Cycliste Internationale (UCI) 2020 Annual Report. Available online:

<https://assets.ctfassets.net/76117gh5x5an/6vcY4Oi10QENlnBqoPOnxi/ce34be6a60bdeb394d93a680a69ebb68/2020-uci-rapport-annuel-inside-english-web.pdf> Acesso em: 19 jan. 2022.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M. T.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, n. 1, p. 44-84, 2007.

VANNUCCHI, H. **Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira**. Ribeirão Preto; Editora Legis Suma Ltda., v. 2, 1990.

VANNUCHI, N.; JAMAR, G.; PISANI, L.; BRAGA, A. R. C.; DE ROSSO, V. V. Chemical composition, bioactive compounds extraction, and observed biological activities from jussara (*Euterpe edulis*): The exotic and endangered Brazilian superfruit. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 20, n. 4, p. 3192–3224, 2021.

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. F.; BENFATO, M. S.; MANFREDINI, V.; KUBOTA, L. T. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007.

VERBRUGGEN, H.; FOREWORDS. In: Gregor RJ, Conconi F, editors. **Road cycling**. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2000.

VIEIRA, G. S.; CAVALCANTI, R. N.; MEIRELES, M. A. A.; HUBINGER, M. D. Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*). **Journal of Food Engineering**, v. 119, p. 196-204, 2013.

VIEIRA, G. S.; MARQUES, A. S. F.; MACHADO, M. T. C.; SILVA, V. M.; HUBINGER, M. D. Determination of anthocyanins and non-anthocyanin polyphenols by ultra-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry (UPLC/ESI-MS) in jussara (*Euterpe edulis*) extracts. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 7, p. 2135-2144, 2017.

VIEIRA, S.; FREITAS, A. **O que é Ciclismo: História, Regras e Curiosidades**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra. COB, 2007.

VIÑA, J.; GOMEZ-CABRERA, M. C.; LLORET.; MARQUES, R.; MIÑANA, J. B.; PALLARDÓ, F. V.; SASTRE, J. Free radicals in exhaustive physical exercise: mechanism of production, and protection by antioxidants. **IUBMB Life**, v. 50, n. 4-5, p. 271-277, 2000.

VINSON, J. A.; BOSE, P.; PROCH, J.; AL KHARRAT, H.; SAMMAN, N. Cranberries and cranberry products: powerful in vitro, ex vivo, and in vivo sources of antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 14, p. 5884-5891, 2008.

WALKING AND CYCLING STATISTICS, ENGLAND. 2020. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/statistics/walking-andcycling-statistics-england-2020/walking-and-cycling-statistics-england-2020>. Acesso em 19 jan, 2022.

WAN, J. J.; QIN, Z.; WANG, P. Y.; SUN, Y.; LIU, X. Muscle fatigue: general understanding and treatment. **Experimental & Molecular Medicine**, v. 49, n. 10, e384, 2017.

WANG, L. S.; STONER, G. D. Anthocyanins and their role in cancer prevention. **Cancer Letters**, v. 269, n. 2, p. 281-290, 2008.

WARNOCK, R.; JEFFRIES, O.; PATTERSON, S.; WALDRON, M. The Effects of Caffeine, Taurine or Caffeine-Taurine Co-Ingestion on Repeat Sprint Cycling Performance and Physiological Responses. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 10, p. 1341-1347, 2017.

WATSON, T. A.; CALLISTER, R.; TAYLOR, R. D.; SIBBRITT, D. W.; MACDONALD-WICKS, L. K.; GARG, M. L. Antioxidant restriction and oxidative stress in short-duration exhaustive exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 1, p. 63-71, 2005.

WEISEL, T.; BAUM, M.; EISENBRAND, G. An anthocyanin/polyphenolic-rich fruit juice reduces oxidative DNA damage and increases glutathione level in healthy proband. **Biotechnology Journal**, v. 1, n. 4, p. 388-397, 2006.

WENDEL, A. Glutathione peroxidase. **Methods in Enzymology**, v. 77, p. 325-333, 1981.

WESTERBLAD, H.; BRUTON, J. D.; LÄNNERGREN, J. The effect of intracellular pH on contractile function of intact, single fibres of mouse muscle declines with increasing temperature. **The Journal of Physiology**, v. 500, n. 1, p. 193-204, 1997.

WILLEMS, M. E. T.; BLACKER, S. D. Anthocyanin-Rich Supplementation: Emerging Evidence of Strong Potential for Sport and Exercise Nutrition. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, 864323, 2022.

WILLEMS, M. E. T.; COUSINS, L.; WILLIAMS, D.; BLACKER, S. D. Beneficial Effects of New Zealand Blackcurrant Extract on Maximal Sprint Speed during the Loughborough Intermittent Shuttle Test. **Sports**, v. 4, n. 3, 42, 2016.

WILLEMS, M. E. T.; MYERS, S. D.; GAULT, M. L.; COOK, M. D. Beneficial physiological effects with blackcurrant intake in endurance athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 4, p. 367-374, 2015.

WILLEMS, M. E. T.; SAHIN, M. A.; BERENDSEN, T.; COOK, M. D. Effect of New Zealand Blackcurrant Extract on Cycling Performance and Substrate Oxidation in Normobaric Hypoxia in Trained Cyclists. **Sports**, v. 7, n. 3, p. 1-9, 2019.

WILMS, L. C.; BOOTS, A. W.; DE BOER, V. C.; MAAS, L. M.; PACHEN, D. M.; GOTTSCHALK, R. W.; HAENEN, G. R.; VAN SCHOOTEN, F. J.; KLEINJANS, J. C. Impact of multiple genetic polymorphisms on effects of a 4-week blueberry juice intervention on ex vivo induced lymphocytic DNA damage in human volunteers. **Carcinogenesis**, v. 28, n. 8, p. 1800-1806, 2007.

WONG, C. M.; CHEEMA, A. K.; ZHANG, L.; SUZUKI, Y. J. Protein carbonylation as a novel mechanism in redox signaling. **Circulation Research**, v. 102, n. 3, p. 310-318, 2008.

WOODWARD, M.; DEBOLD, E. P. Acidosis and Phosphate Directly Reduce Myosin's Force-Generating Capacity Through Distinct Molecular Mechanisms. **Frontiers in Physiology**, v. 9, 862, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The World Health Report: working together for health**. Geneva: World Health Organization, 2006.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C.V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon acai: chemistry and biological activities: a review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015.

YAMAMOTO, T.; MORIWAKI, Y.; TAKAHASHI, S.; TSUTSUMI, Z.; YAMAKITA, J.; HIGASHINO, K. Effects of fructose and xylitol on the urinary excretion of adenosine, uridine, and purine bases. **Metabolism**, v. 48, n. 4, p. 520-524, 1999.

YAN, L. J. Positive oxidative stress in aging and aging-related disease tolerance. **Redox Biology**, v. 2, p. 165-169, 2014.

YANG, M.; KOO, S. I.; SONG, W. O.; CHUN, O. K. Food matrix affecting anthocyanin bioavailability: review. **Current Medicinal Chemistry**, v. 18, n. 2, p. 291-300, 2011.

ZABOTTO, C. B. **Registro fotográfico para inquéritos dietéticos**. UNICAMP, Campinas, 1996.

ZUO, L.; ZHOU, T.; PANNELL, B. K.; ZIEGLER, A. C.; BEST, T. M. Biological and physiological role of reactive oxygen species—the good, the bad and the ugly. **Acta Physiologica**, v. 214, n. 3, p. 329-348, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

Questionário da Pesquisa - UFSC

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa associada ao doutorado de Cândice Laís Knöner Copetti, do Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina, sob orientação da Prof^a Dr^a Patricia Faria Di Pietro.

Neste estudo pretendemos avaliar se o consumo de duas intervenções alimentares com características semelhantes (equivalentes em energia/calorias, carboidratos, proteínas e gorduras), durante 7 dias, melhora os parâmetros de estresse oxidativo (danos por radicais livres), fadiga e desempenho em um teste máximo de tempo de exaustão em ciclistas treinados.

Para isso contamos com a sua participação, inicialmente, respondendo este questionário para auxiliar na triagem à pesquisa.

Agradecemos desde já sua colaboração. É uma satisfação contar com você!

Nome completo: *

Sua resposta

Data de nascimento: *

Data

dd/mm/aaaa

Telefone/celular: *

Sua resposta

E-mail: *

Sua resposta

Escolaridade *

- Analfabeto
- 1º grau incompleto
- 1º grau completo
- 2º grau incompleto
- 2º grau completo
- Superior incompleto
- Superior completo
- Pós-Graduação

Cor da pele: *

- Branco
- Pardo
- Amarelo
- Negro

Qual é o seu peso usual (kg)? Você ganhou ou perdeu peso nos últimos 3 meses? *

Sua resposta

Qual é a sua altura (m)? *

Sua resposta _____

Você fuma? *

Sim

Não

Caso tenha respondido sim na pergunta anterior, quantos cigarros fuma por dia?

Sua resposta _____

Você costuma ingerir bebida alcoólica? *

Sim

Não

Caso tenha respondido sim na pergunta anterior, qual bebida é a mais frequente, qual a dose e frequência de consumo? Por exemplo: cerveja, duas latas, 1x/semana.

Sua resposta _____

Você possui algum tipo de lesão muscular, articular ou óssea? *

Sim

Não

Caso tenha respondido sim na pergunta anterior, cite qual(is) lesão(ões) você possui e há quanto tempo teve a última lesão:

Sua resposta _____

Há quanto tempo você é atleta? *

Sua resposta _____

Há quanto tempo você compete? *

Sua resposta _____

Há quanto tempo você treina habitualmente? *

Sua resposta _____

Qual é a sua categoria? *

Sua resposta _____

Qual é a sua especialidade no ciclismo? *

- Velocista
- Fundista
- Passista
- Outro(s)

Qual é a sua melhor colocação em campeonato e qual foi o ano? *

Sua resposta

Atualmente, qual é o volume de treino semanal (Km/semana)? Quantas vezes por semana você treina? Duração da sessão: *

Sua resposta

Como você classifica o seu estado de treinamento atual? *

- Destreinado
- Pouco treinado
- Treinado
- Bem treinado

Você pratica outro tipo de treinamento? *

- Musculação
- Natação
- Alogamentos
- Corrida
- Esportes coletivos
- Outros

Caso você pratique outro tipo de treinamento, qual é a duração (horas) semanal?

Sua resposta

Você já fez alguma avaliação física em laboratório ou campo? *

- Nunca fiz
- Há menos de 2 meses
- Há 6 meses
- Há mais de 1 ano

Os resultados são utilizados para o treinamento? *

- Sim
- Não

Quais variáveis que você utiliza no treinamento?

- VO2máx
- Limiar anaeróbio
- Potência
- Frequência cardíaca
- Percepção subjetiva de esforço

Você é vegano? *

- Sim
- Não

Utiliza suplementos vitamínicos, outros suplementos ou recursos ergogênicos? *

Sim

Não

Caso você tenha respondido sim na pergunta anterior, quais os suplementos utilizados, quantidade consumida e tempo de uso?

Sua resposta

Está utilizando algum tipo de medicamento? *

Sim

Não

Caso você tenha respondido sim na pergunta anterior, qual(is) o(s) medicamento(s) utilizado(s) e tempo de uso?

Sua resposta

Você possui alguma das condições clínicas citadas abaixo? *

- Diabetes
- Hipertensão
- Colesterol elevado
- Triglicerídeos elevados
- Problema respiratório
- Doença cardiovascular
- Doença hepática
- Doença renal
- Hipertireoidismo
- Hipotireoidismo
- Não possuo

Nos últimos 3 meses você apresentou algum processo infeccioso ou inflamatório? *

- Sim
- Não

Apresentou diagnóstico para COVID-19? *

- Sim
- Não

Enviar

Página 1 de 1

Limpar formulário

APÊNDICE B – INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DOS REGISTROS ALIMENTARES

REGISTRO ALIMENTAR

Como fazer: Anotar tudo o que comer e beber durante 3 dias não consecutivos (dois dias de semana e um dia de final de semana).

Atividades necessárias:

- 1) Marque o horário que ingeriu o alimento;
- 2) Marque o tipo de refeição (café da manhã, lanche, almoço, jantar);
- 3) Marque a quantidade que você comeu. Só o que realmente comeu, o que ficou no prato não deve ser marcado;
- 4) Frutas, pães, bolachas, doces duros (quantas fatias, pedaços ou unidades);
- 5) Arroz, macarrão, saladas, legumes, purês, carne picada ou moída, doce mole e outros (quantas colheres de sopa ou escumadeiras); feijão, sopas (quantas colheres de sopa ou conchas);
- 6) Marque o tipo de preparação (frito, cozido, assado ou ensopado);
- 7) Marque qual o pedaço de frango consumido (peito, coxa, asa, sobrecoxa);
- 8) Marque todo alimento que foi consumido fora do horário das refeições – BELISCOS;
- 9) **Recomendamos que o registro ocorra mais próximo ou no momento do consumo.**

ATENÇÃO

Este registro é muito importante para a nossa pesquisa, portanto procure ser o mais sincero e preciso possível.

Exemplo de registro:

Nome:

Data:

Dia da semana:

REGISTRO ALIMENTAR		
Horário e tipo de refeição	Alimento	Quantidade ingerida
Café da Manhã (07:30h)	Mamão Formosa	1 fatia média
	Pão Integral	2 fatias
	Queijo Prato	1 fatia média
	Leite Integral	1 xícara de chá
Lanche da Manhã (10:00h)	Banana Branca	1 unidade média
	Castanha do Pará	3 unidades
Almoço (12:30h)	Alface Crespa	2 folhas
	Tomate	3 rodela
	Cenoura Crua Ralada	4 colheres de sopa cheias
	Azeite de Oliva	1 colher de sobremesa
	Peito de Frango Grelhado	1 pedaço médio
	Arroz Integral	4 colheres de sopa cheias
	Feijão Preto	1 concha média

Adaptado de Cardoso, 2018.

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, segundo o Conselho Nacional de Saúde

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa associada ao doutorado de Cândice Laís Knöner Copetti, do Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina, sob orientação da Profª Drª Patricia Faria Di Pietro. Neste estudo pretendemos avaliar se o consumo de duas intervenções alimentares com características semelhantes (equivalentes em energia/calorias, carboidratos, proteínas e gorduras), durante 7 dias, melhora os parâmetros de estresse oxidativo (danos por radicais livres), fadiga e desempenho em um teste máximo de tempo de exaustão em ciclistas treinados.

Para isso, precisamos de sua colaboração, participando de um estudo que será constituído de 3 etapas. Na primeira etapa será realizada a familiarização e o teste incremental no cicloergômetro. Sete dias após será realizada a segunda etapa e 14 dias após será realizada a terceira etapa. Durante a segunda e a terceira etapa você consumirá 1 sachê (10 g) de uma das intervenções alimentares 1x/dia, durante 6 dias, em qualquer horário. No dia do teste, que será o sétimo dia de consumo, o sachê será oferecido pelos pesquisadores 1h antes do teste. Em cada uma destas etapas você realizará um teste máximo de tempo de exaustão. Você consumirá as duas intervenções alimentares, uma na segunda etapa e outra na terceira etapa.

Os procedimentos da pesquisa serão os seguintes:

- 1) Na semana anterior à primeira etapa da pesquisa, você deverá anotar tudo o que comeu e bebeu durante três dias inteiros, sendo dois dias de semana não consecutivos e um dia de final de semana (conforme material explicativo) para avaliarmos seu consumo habitual de alimentos e nutrientes.
- 2) Sete dias anteriores ao estudo você será familiarizado com o ciclismo em cicloergômetro. O teste consistirá em 10 min de aquecimento com carga de trabalho de 100 *watts* (W) e após a carga de trabalho aumentará para 25 W a cada minuto até exaustão voluntária ou até a cadência baixar de 70 rpm. Após o teste de familiarização com o cicloergômetro você receberá os sachês de uma das intervenções alimentares para consumo diário, durante 6 dias. No 7º dia, que será o dia do teste, o último sachê será ofertado pelos pesquisadores 1h antes do início do teste máximo de tempo de exaustão.
- 3) Você deverá evitar exercício extenuante e consumo de bebidas alcoólicas 48h antes e consumo de cafeína 24h antes dos testes. Você também deverá registrar sua atividade física por 7 dias e seu consumo alimentar por 48h antes dos testes máximos de tempo de exaustão e replicar ao máximo o mesmo consumo alimentar das 48h anteriores à segunda etapa para a terceira etapa.
- 4) No dia dos testes máximos de tempo de exaustão será realizado um aquecimento de 10 min com carga de trabalho a 100 W. Após será dado 5 minutos de intervalo. Na sequência, será iniciado o teste de tempo de exaustão (potência correspondente à 80% da potência máxima obtida no teste incremental) com cadência preferida controlada até a exaustão ou até o instante no qual o você não mantenha a cadência em 70 rpm.
- 5) Serão coletados 8 mL de sangue por profissional devidamente treinado na semana anterior aos testes, 1h antes, imediatamente após e 1h após os testes máximos de tempo de exaustão para avaliação dos biomarcadores de estresse oxidativo. Além disso, amostras de sangue capilar da ponta dos dedos serão coletadas na semana anterior aos testes, imediatamente após o teste incremental, 1h antes, imediatamente após e 1h após os testes máximos de tempo de exaustão para avaliar o acúmulo de lactato sanguíneo (indicador de desempenho).
- 6) Verificação do peso, altura e composição corporal na semana posterior à última etapa.

Os riscos da sua participação no presente estudo estão listados abaixo:

- Cansaço ou aborrecimento ao preencher os registros alimentares;
- Possível desconforto ao ingerir as intervenções alimentares;
- Cansaço ou desconforto ao realizar o teste incremental, bem como os testes máximos de tempo de exaustão;
- Constrangimento ao realizar exames antropométricos;
- Possível dor durante as coletas sanguíneas e possibilidade de ocorrência de hematoma no local da punção venosa.

Os benefícios da sua participação no presente estudo estão listados abaixo:

- Conhecimento acerca da influência do consumo das intervenções alimentares em parâmetros de estresse oxidativo (danos por radicais livres), fadiga e desempenho em ciclistas treinados. Como forma de agradecimento por ter participado da pesquisa, você receberá os resultados de seus dados antropométricos (peso, altura e composição corporal) sem custo algum. Além disso, após a finalização de toda a pesquisa, você receberá retorno com todos os resultados da pesquisa.

Garantia de qualidade higiênico-sanitária das intervenções alimentares, atendendo aos padrões de qualidade exigidos pela ANVISA, para auxiliar a evitar possíveis desconfortos decorrentes do consumo das intervenções alimentares; respeito dos avaliadores ao participante quanto ao tempo máximo de tempo de exaustão, não ultrapassando este limite de avaliação; treinamento dos coletadores de sangue para a realização correta da técnica de coleta sanguínea, minimizando o desconforto ao participante durante a coleta; e cuidado dos avaliadores, os quais passarão por treinamento, na abordagem ao participante durante os exames antropométricos de modo a não exporem o participante a situações embaraçosas.

Durante todas as etapas do estudo, você estará sempre acompanhado por um dos pesquisadores, recebendo toda a assistência necessária ou estes acionarão pessoal competente para isso, a fim de diminuir quaisquer tipos de desconfortos que venham a ocorrer.

Garantimos que as informações fornecidas serão utilizadas apenas neste trabalho sem a identificação dos participantes. Os pesquisadores serão os únicos a ter acesso aos dados e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo, porém, apesar de todos os esforços, o sigilo pode eventualmente ser quebrado de maneira involuntária e não intencional (por exemplo, perda ou roubo de documentos, computadores, *pendrive*), cujas consequências serão tratadas nos termos da lei. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, porém mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade.

Sua participação é voluntária, podendo desistir a qualquer momento do estudo, sem qualquer consequência para você. Além disso, você possui plena liberdade para retirar o consentimento a qualquer momento da execução da pesquisa, e não querer disponibilizar mais qualquer tipo de informação ao pesquisador responsável e à sua equipe.

Você não terá nenhuma despesa advinda da sua participação na pesquisa. Caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, você será ressarcido nos termos da lei.

Caso você tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

Caso tenha alguma dúvida em relação ao estudo ou não quiser mais fazer parte do mesmo, favor entrar em contato com a pesquisadora coordenadora/responsável Patricia Faria Di Pietro, através do telefone (47) 99960-4442, e-mail fariadipietro@gmail.com, no Departamento de Nutrição/Centro de Ciências da Saúde -UFSC localizado na Rua Delfino Conti, S/N - Trindade, Florianópolis – SC, ou no endereço residencial: Rua João Melchiades, número 48, Jardim Anchieta, Santa Mônica, 88037-710. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC (CEPSH-UFSC) pelo telefone (48) 3721-6094, e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br ou no Prédio da Reitoria II - endereço Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, 4º andar, sala 401, Trindade, 88050-400, Florianópolis, SC. O CEPSH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

O pesquisador responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Duas vias deste documento estão sendo rubricadas e assinadas por você e pelo pesquisador responsável. Guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa.

Eu, _____, declaro que li e compreendi as informações contidas neste documento. Fui esclarecido sobre a pesquisa e aceito participar livremente da mesma como voluntário. Declaro, ainda, que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Florianópolis, ____ de _____ de 2021.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE D – NOTA À IMPRENSA

Fruto juçara melhora o desempenho e parâmetro antioxidante em ciclistas treinados

O consumo de juçara em pó por sete dias melhorou o desempenho e parâmetro antioxidante em um teste de ciclismo até a exaustão

O fruto juçara é um alimento parecido com o açaí e possui diversos benefícios à saúde por ser rico em compostos bioativos, especialmente em antocianinas. As antocianinas são pigmentos encontrados em vegetais, frutas e flores, responsáveis pelas cores vermelha, azul e roxa, e têm sido associadas a benefícios para saúde pelos seus efeitos antioxidantes, que podem neutralizar a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) durante o exercício exaustivo. Espécies reativas são produtos do metabolismo celular e relacionam-se com processos fisiológicos no organismo, no entanto, quando em excesso e em desequilíbrio com as defesas antioxidantes, podem levar ao estresse oxidativo (danos por radicais livres).

Durante o exercício exaustivo, a produção de EROs pode levar ao estresse oxidativo (danos por radicais livres) e à fadiga. Em contrapartida, as antocianinas aumentam o fluxo sanguíneo durante o exercício, reduzem os efeitos dos mecanismos de fadiga, melhoram o consumo de oxigênio durante o exercício e são benéficas para o desempenho especialmente em exercícios sustentados por um longo período de tempo, como o teste de ciclismo até a exaustão. Pesquisas mostram que o consumo de alimentos/bebidas/pós/extratos ricos em antocianinas pode exercer benefícios no exercício sobre os parâmetros de estresse oxidativo, fadiga e desempenho.

Assim, com o objetivo de avaliar o efeito do consumo do fruto juçara, durante 7 dias, sobre biomarcadores de estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados, foi realizada uma pesquisa pela doutoranda Cândice Laís Knöner Copetti, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob auxílio de bolsa da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (CAPES). O estudo proposto foi orientado pela professora Dr^a Patricia Faria Di Pietro, coordenadora do Grupo de Estudos em Nutrição e Estresse Oxidativo (GENEO) da UFSC e coorientado pelo professor Dr. Fernando Diefenthaler do Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) da UFSC.

O estudo foi realizado com 20 ciclistas treinados do sexo masculino, com idades entre 21 a 45 anos e envolveu duas etapas com um intervalo de 14 dias entre elas. Em uma das etapas

os participantes do estudo realizaram um teste de ciclismo até a exaustão após o consumo de 10 g de juçara em pó durante sete dias, e na outra etapa o teste de ciclismo até a exaustão foi realizado após o consumo de 10 g de placebo (em pó) por sete dias.

O tempo médio de duração do teste de ciclismo até a exaustão foi 8,4% maior no grupo que consumiu juçara em relação ao placebo. Também evidenciou-se aumento do antioxidante não enzimático glutathiona reduzida no grupo que consumiu juçara.

Em termos práticos, a quantidade do fruto juçara em pó administrada no estudo se aproxima ao consumo de 100 g de açai/juçara na forma de polpa, que é a forma comumente consumida pela população.

Novos estudos são sugeridos com o fruto juçara em diferentes estratégias de dosagem, com foco em esclarecer a dose ideal, frequência e duração da ingestão para verificar possíveis efeitos em outros parâmetros que não foram afetados pelo consumo de juçara neste estudo e que forneçam benefícios ótimos em outros protocolos de exercícios.

ANEXOS

ANEXO A – RELATÓRIOS REFERENTES À CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DO FRUTO JUÇARA EM PÓ



JARAGUÁ DO SUL (SC), 23 fevereiro 2021

Certificado de Análise

Código Produto: DR0050657.0001
 Descrição Produto: AÇAI EM FLOCOS

Código Prod. Cliente:

Lote: 0130067677
 Quantidade: 10.000,00 g
 Nota Fiscal: 000033207

Data Fabricação: 03/02/2021
 Data Validade: 24/01/2023
 Pedido: 300032567

Análise	Método	Resultado	Especificação
Aparência (Aspecto e Cor)	Visual	Conforme	Foco Fino Bordô
Análise Sensorial (Odor e Sabor)	Comparação Farsada	Conforme	Conforme
Umidade 105°C	Estufa	5,19	g/100g
Peso Específico	Gravimétrico	0,24	g/mL
Poifenóis totais	Espectrofotométrico	6,30	g/100g
Granulometria 0,85mm(ASTM20)	Granulométrico	0,29	g/100g
Proteína Bruta (N x 6,25)	Kjeldahl	6,41	g/100g
Cinzas	Gravimetria	2,21	g/100g
Lipídios	Extração Soxhlet	14,72	g/100g
Antodaninas Totais	Espectrofotométrico	2395,98	mg/100g
Contagem total de aeróbios mesófilos	Petrifilm	100	Máx. 1000 UFC/g
Bolores e Leveduras	Petrifilm	100	Máx. 100 UFC/g
Escherichia coli	Fluorocult	Ausência	Ausência /g
Staphylococcus aureus	Plaqueamento	Ausência	Ausência /g
Salmonella spp	Plaqueamento	Ausência	Ausência /25g
Coliformes Totais	Fluorocult	3	Máx. 10 NMP/g
Armazenamento			EVITAR EXPOSIÇÃO À LUZ SOLAR. MANTER EM LOCAL SECO E VENTILADO. MANTER NA EMBALAGEM ORIGINAL, SEMPRE BEM FECHADA.

Luciana Marques Das Fortes Luiz

CRQ: 09200793

DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA

Endereço: RODOLFO HUFENUSSLER, 755
 Caixa Postal: 89251-801 - JARAGUÁ DO SUL (SC) BRASIL
 Tel.: +55 47 3372 9000
 Homepage: www.duasrodas.com
 E-mail: comercial@duasrodas.com



Relatório de ensaio AR-21-GB-056151-01-N
Código da amostra 691-2021-00040792

Data 15/03/2021
Página 1/2

DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA
Luisa Parucker
 luisa.parucker@duasrodas.com
 RUA RUDOLFO HUFENUESSLER N.755
 755
 CENTRO
 89251901 JARAGUA DO SUL/SC
 BRASIL



Com cópia para: Oliveira (rodrigo.deoliveira@duasrodas.com)

Referência do cliente:	DR0000007-0001
Dados da amostra:	005-30403-0000857461
	AÇAI EM FLOCOS
Embalagem:	Embalagem plástica
Data do pedido:	17/03/2021
Data de recebimento:	18/03/2021
Início da Análise:	19/03/2021
Término da Análise:	15/03/2021
Quantidade de Amostra	307g
	Lote 0130067677

Resultados de ensaio

Parâmetro	Resultado	Unidade
GR002 GR Fibra Alimentar Insolúvel Fibra alimentar, Insolúvel	55,65	g/100g
GR003 GR Fibra Alimentar Solúvel Fibra Alimentar Solúvel	0,12	g/100g
GR004 GR Fibra Alimentar Total Fibra alimentar total	55,67	g/100g
GR109 GR Lipídios totais Lipídios totais	17,0	g/100g
GR674 GR Umidade e Substâncias Voláteis Umidade e voláteis	8,92	g/100g

Lista de Métodos

GR002 - Fibra Alimentar Insolúvel: AOAC 991.43
 GR003 - Fibra Alimentar Solúvel: AOAC 991.43
 GR004 - Fibra Alimentar Total: AOAC 991.43
 GR109 - Lipídios totais: Método Interno, Gravimetria
 GR674 - Umidade e Substâncias Voláteis: Método 0137V do Instituto Adolfo Lutz-2008

Eurofins do Brasil Análises de Alimentos Ltda

Rod. Eng. Ermênio D. Penteado, Km 57,7 s/n
 Condomínio Industrial -Prédio 1
 Bairro Tombadoro
 CEP 13337-300
 Indaiatuba/São Paulo
 BRASIL

Fone+55 19 2107 5500
 comercial@eurofins.com
 www.eurofins.com.br

ANEXO B – TERMO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA UFSC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis Martius*) sobre biomarcadores do estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados: um ensaio clínico randomizado, placebo-controlado, cross-over e triplo cego

Pesquisador: Patrícia Faria Di Pietro

Área Temática:

Versão: 2

CAME: 30007000.7.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Santa Catarina
FUND COORD DE APERFEIÇAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.050.365

Apresentação do Projeto:

Trata-se da apreciação da resposta às pendências emitidas em parecer anterior relacionada a uma pesquisa vinculada ao projeto de Tese de Programa de Pós

-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, na linha de pesquisa Estudo Dietético e Bioquímico relacionado com o Estado Nutricional, sob orientação da Professora Dr^a Patrícia Faria Di Pietro da estudante Cláudia Laia Köhner Copetti. O estudo caracteriza-se como um ensaio

clínico randomizado, placebo controlado, cross-over, triplo cego, com intervenção alimentar por sete dias. Serão recrutadas pessoas de 19 a 45 anos vinculadas a grupos de ciclistas que apresentem as seguintes condições: sexo masculino; idade entre 19 e 45 anos; e ciclistas treinados com históricos de participação esportiva superior a 3 anos com exercícios de ciclismo de 8 a 10h por semana, constituindo uma amostra de 20 pessoas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o efeito do consumo do fruto juçara (*Euterpe edulis Martius*) sobre biomarcadores do estresse oxidativo, fadiga e desempenho em ciclistas treinados.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Pólo Reitoria II, R. Desembargador Vítor Lima, nº 202, sala 401
Bairro: Trindade CEP: 88.020-100
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3721-6044 E-mail: cep.propesq@contatu.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer L000/2012

Objetivos Secundários:

Revisar os efeitos das antocianinas no ciclismo; Realizar a caracterização química e da atividade antioxidante do fruto juçara; Caracterizar os participantes do estudo quanto ao: Estado nutricional e composição corporal; Consumo de energia, macronutrientes e antocianinas. Avaliar o efeito do consumo do fruto juçara, por sete dias, sobre: Concentração de ferritina total, glutatona reduzida (GSH), glutatona oxidada(GSSG), GSH:GSSG, glutatona peroxidase (GPx), malondialdeído (MDA) e proteína carbonilada (PC); Índice de fadiga; Desempenho. Analisar e discutir os dados durante o Doutorado Sanduíche na Universidade de Chichester, Inglaterra, sob supervisão do Prof. Dr. Mark Elisabeth Theodorus Willem.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos do presente estudo estão listados abaixo:- Cansaço ou aborrecimento ao preencher os registros alimentares;- Possível desconforto ao ingerir as cipoulas do fruto juçara ou placebo;- Cansaço ou desconforto ao realizar o teste incremental, bem como os testes de tempo de ciclismo (15 km);- Constrangimento ao realizar exames antropométricos;- Possível dor durante as coletas sanguíneas e possibilidade de ocorrência de hematoma no local da punção venosa.

Benefícios:

Melhora das respostas antioxidantes e atenuação de danos oxidativos, redução da fadiga e melhora do desempenho de ciclistas treinados. Espera-se, ainda, suscitar evidências científicas contribuam com o entendimento de pesquisadores e profissionais que atuam na prática clínica em estratégias alimentares que potencializam o desempenho do exercício, associando benefícios à saúde de ciclistas treinados, uma vez que estes sempre estão em busca de estratégias para maximizar seu desempenho.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A relevância da pesquisa permanece a mesma emitida em parecer anterior. Os pesquisadores realizarem os ajustes solicitados no parecer anterior incluindo a documentação de anuência das instituições envolvidas e demais aspectos mencionados no parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE adequado a Resolução 466/2012.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vítor Lima, nº 202, sala 401
Bairro: Videira CEP: 88.040-100
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3751-6000 E-mail: cep.propreg@contato.ufsc.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC**



Continuação do Parecer L255/2020

Recomendações:

não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conclusão: aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	FB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1242020.pdf	19/05/2020 20:02:52		Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	19/05/2020 20:02:01	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuência_Laboratorio_de_Quimica_de_ Alimentos.pdf	19/05/2020 20:01:31	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuência_Laboratorio_de_Pesquisa_em _Lipideos_Antioxidantes_e_Alergencias .pdf	19/05/2020 20:01:05	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuência_Laboratorio_de_Biomecanica. pdf	19/05/2020 20:00:35	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuência_Departamento_de_Nutricao_L aboratorio_de_Antropometria.pdf	19/05/2020 20:00:03	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito
TCE / Termo de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCE.pdf	19/05/2020 19:58:48	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	19/05/2020 19:58:37	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Plataforma_Brasil.pdf	20/04/2020 15:37:45	Patrícia Faria Di Pietro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vítor Lima, nº 202, sala 401
Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3731-6044 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Processo 4.052.188

FLORIANÓPOLIS, 28 de Maio de 2020

Assinado por:
Maria Luiza Barco
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Fidejo Reitoria II, R. Desembargador Vítor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade CEP: 88.015-100
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.projeto@contato.ufsc.br