



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
FACULDADE DE MEDICINA - *CAMPUS* SOBRAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

**LUIZ JOSÉ FROTA SOLON JÚNIOR**

**EFEITOS AGUDOS DA CAJUÍNA EM MARCADORES BIOLÓGICOS,  
PERCEPTIVOS E NO DESEMPENHO DE CORREDORES SUBMETIDOS A UM  
TIME TRIAL SIMULADO: UM ESTUDO RANDOMIZADO, CRUZADO E DUPLO-  
CEGO CONTROLADO POR PLACEBO.**

**SOBRAL**

**2021**

**LUIZ JOSÉ FROTA SOLON JÚNIOR**

**EFEITOS AGUDOS DA CAJUÍNA EM MARCADORES BIOLÓGICOS,  
PERCEPTIVOS E NO DESEMPENHO DE CORREDORES SUBMETIDOS A UM  
TIME TRIAL SIMULADO: UM ESTUDO RANDOMIZADO, CRUZADO E DUPLO-  
CEGO CONTROLADO POR PLACEBO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, da Universidade Federal do Ceará/*Campus* Sobral, como requisito final para à obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Área de Concentração: Biotecnologia. Linha de Pesquisa: Análises Integrativas de Sistemas Biológicos.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Vieira da Silva Neto

**SOBRAL**

**2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S1e Solon Júnior, Luiz José Frota.  
Efeitos agudos da cajuína em marcadores biológicos, perceptivos e no desempenho de corredores submetidos a um time trial simulado: um estudo randomizado, cruzado e duplo-cego controlado por placebo / Luiz José Frota Solon Júnior. – 2021.  
86 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Sobral, 2021.  
Orientação: Prof. Dr. Luiz Vieira da Silva Neto.
1. Anacardium. 2. Corrida. 3. Biomarcadores. 4. Desempenho atlético. I. Título.
- CDD 660.6
-

LUIZ JOSÉ FROTA SOLON JÚNIOR

EFEITOS AGUDOS DA CAJUÍNA EM MARCADORES BIOLÓGICOS, PERCEPTIVOS E NO DESEMPENHO DE CORREDORES SUBMETIDOS A UM TIME TRIAL SIMULADO: UM ESTUDO RANDOMIZADO, CRUZADO E DUPLO-CEGO CONTROLADO POR PLACEBO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito final para à obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Área de Concentração: Biotecnologia. Linha de Pesquisa: Análises Integrativas de Sistemas Biológicos.

Aprovada em: 11/06/2021.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Luiz Vieira da Silva Neto (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Leonardo Sousa Fortes (Membro Externo)  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

---

Prof. Dr. Igor Iuco Castro da Silva (Membro Interno)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a Deus;

Aos meus pais Luiz e Scheridan, meus irmãos Pedro e Ceiça, minha namorada Heloíse e a toda minha família que, com muito amor, carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Klinger e o Francisco, que estiveram fisicamente em todas as coletas comigo.

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. Luiz Vieira, a excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora, Leonardo e Igor, por seu tempo, e as valiosas colaborações e sugestões.

Aos atletas que participaram do estudo, pelo tempo concedido.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões recebidas.

Ao "Grupo de Estudo e Pesquisa em Desempenho, Saúde no Esporte" (GEPDSE - UEVA) e a todos os integrantes.

Agradeço também a todos os funcionários da UFC – Campus Sobral pela disponibilidade, carinho e atenção.

A todos, muito obrigado!

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças.”

(Leon C. Megginson)

## RESUMO

O uso de recursos ergogênicos nutricionais no esporte já é algo bem estabelecido na prática, entretanto, os anos recentes têm sido marcados pela descoberta de sucos de frutas que desempenham atividade ergogênica similar a dos suplementos esportivos. Vários desses sucos mostraram-se capazes de alterar variáveis perceptivas, melhorar o sistema imunológico e minimizar estresse oxidativo induzido pelo exercício. A cajuína é um suco processado do caju que apresenta-se com bom teor de vitamina C, carotenóides, compostos fenólicos e carboidratos em sua composição. Até o presente momento, nenhum estudo explorou os efeitos da cajuína em seres humanos e, principalmente, submetidos à prática de exercício físico. Nesse sentido, o presente estudo objetivou investigar se a cajuína apresentaria efeitos em marcadores biológicos, perceptivos e no desempenho em corredores submetidos a time trial simulado de 10km (Tt10km). Para isso, um estudo experimental, randomizado, cruzado e duplo-cego foi conduzido com nove corredores recreacionais. Os atletas participaram de três visitas: a primeira consistiu na realização das coletas antropométricas e explicação dos procedimentos; na segunda e terceira, os sujeitos foram submetidos a condições experimentais semelhantes, os quais tiveram que ingerir 550ml de cajuína ou placebo duas horas antes de iniciar o Tt10km. Os parâmetros avaliados pré suplementação e após o exercício (time trial – 10km) foram substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico – TBARS, albumina e ácido úrico (estresse oxidativo); eosinófilos, neutrófilos, linfócitos, monócitos, plaquetas e leucócitos totais (imunológicos). Os dados coletados pré e pós exercício foram humor – BRUMS, motivação – MTV e fadiga mental – FM. Durante o teste de corrida até a exaustão foi avaliada a percepção subjetiva do esforço – PSE, escala afetiva – FS, escala de excitação – FAS. Os achados não mostraram nenhuma alteração significativa para o tempo do Tt10km ( $F_{1,8}=4.203$ ,  $p=0.074$ ,  $\eta^2=0.344$ ). Para as variáveis perceptivas coletadas antes, durante e após o exercício também não existiu nenhuma diferença entre os tratamentos para todas as análises realizadas ( $p > 0.05$ ); no entanto, a PSE e a FS aumentaram e diminuíram ( $p < 0.05$ ), respectivamente, ao longo do percurso. Nenhuma alteração no sistema imune e nos marcadores antioxidantes foram encontradas entre as condições pré e pós exercício e entre os tratamentos ( $p > 0.05$ ), com exceção da albumina que aumentou após ao exercício ( $p = 0.014$ ). Em resumo, conclui-se que a cajuína parece não ter efeito agudo em marcadores biológicos e perceptivos, mas, parece ter um pequeno efeito no desempenho de corredores submetidos a um Tt10km.

**Palavras-chave:** *Anacardium*. Corrida. Biomarcadores. Desempenho atlético.

## ABSTRACT

The use of nutritional ergogenic resources in sport is already well established in practice; however, recent years have been marked by the discovery of fruit juices that perform ergogenic activity similar to sports supplements. Several of these juices were shown to be able to alter perceptive variables, improve the immune system, and minimize oxidative stress induced by exercise. Cajuína is a processed cashew juice that has a good content of vitamin C, carotenoids, phenolic compounds and carbohydrates in its composition. To date, no study has explored the effects of cajuína in humans and, mainly, subjected to physical exercise. Therefore, the present study aimed to investigate whether the cajuína would present effects on biological, perceptive markers, and of the performance in runners submitted to a simulated time trial of 10km (Tt10km). For this, an experimental, randomized, crossed and double-blind study was conducted with nine recreational runners. The athletes participated in three interventions: the first consisted in the realization of anthropometric collections and explanation of the procedures; the second and third intervention the subjects were submitted to two similar experimental conditions, which ingested 550ml of cajuína or placebo two hours before of the Tt10km. The parameters evaluated pre-supplementation and after exercise (time trial - 10km) were thiobarbituric acid reactive substances – TBARS, albumin and uric acid (oxidative stress); eosinophils, neutrophils, lymphocytes, monocytes, platelets and total leukocytes (immunological). The data collected before and after exercise were mood - BRUMS, motivation - MTV and mental fatigue - MF. During the running test until exhaustion, we evaluated the Rating of perceived exertion - RPE, feeling scale - FS, felt arousal scale - FAS. The results did not find any significant change to the time of the Tt10km ( $F_{1,8}=4.203$ ,  $p=0.074$ ,  $\eta^2=0.344$ ). For the perceptive variables collected before, during and after exercise, there was also no difference between the treatments for all of the analyses performed ( $p > 0.05$ ), however, RPE and FS increased and decreased ( $p < 0.05$ ), respectively, along the course. No immunosuppressive and antioxidant markers changes were found between pre- and post-exercise conditions and between treatments ( $p > 0.05$ ), with the exception of albumin which increased after exercise ( $p = 0.014$ ). In summary, it is concluded that the Cajuína does not seem to have an acute effect on markers biological, and perceptive, but it seems to have a small effect on the performance of runners submitted to a Tt10km.

**Keywords:** Anacardium. Running. Biomarkers. Athletic Performance.

## LISTA DE FIGURAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 1  | - Desenho do estudo.....   | 32 |
| Figura 2  | - Valores delta variação do Malondialdeído, Ácido úrico e Albumina durante as diferentes condições experimentais.....  | 38 |
| Figura 3. | Desenho do estudo.....   | 50 |
| Figura 4  | - Alterações na classificação do esforço percebido durante o time trial em resposta à ingestão de cajuína e placebo em corredores. Alterações na excitação durante o time trial em resposta à ingestão de cajuína e placebo em corredores. Alterações no prazer/desprazer durante o time trial em resposta à ingestão de cajuína e placebo em corredores ..... | 55 |
| Figura 5  | - Valores delta variação do vigor, fadiga e tensão durante as diferentes condições experimentais.....  | 57 |
| Figura 6  | - Valores delta variação da motivação e fadiga mental durante as diferentes condições experimentais.....   | 57 |
| Figura 7  | - Efeitos da cajuína sobre tempo de execução (em minutos) no Tt10km. A Os valores são apresentados como média $\pm$ DP e B mostra os resultados individuais do tempo de corrida absoluto de cada atleta em cada tratamento.....  | 58 |

## LISTA DE TABELAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | - Características dos corredores (n = 9) .....   | 31 |
| Tabela 2 | - Comparação das contagens de leucócitos e plaquetas entre as condições pré e pós exercício nos grupos cajuína e placebo.....    | 36 |
| Tabela 3 | - Valores delta variação das células brancas e plaquetas durante as diferentes condições experimentais.....                      | 37 |
| Tabela 4 | - Comportamento dos marcadores antioxidantes não enzimáticos e de peroxidação lipídica (MDA) nas condições pré e pós Tt10km..... | 37 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|        |   |
|--------|---|
| PSE    | Percepção subjetiva do esforço                  |
| Tt10km | Time trial simulado de 10km                     |
| TBARS  | Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico    |
| GSH-Px | Glutathione peroxidase                          |
| MDA    | Malondialdeído                                  |
| ES     | Effect size                                     |
| EDTA   | Ácido etilendiamino tetra-acético               |
| FS     | Escala afetiva                                  |
| BRUMS  | Humor   |
| EROs   | Espécies reativas de oxigênio                   |
| ERN    | Espécies reativas de nitrogênio                 |
| SUDENE | Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste |
| SISGEN | Sistema Nacional de Patrimônio Genético         |
| DNA    | Ácido desoxirribonucleico                       |
| FAS    | Escala de excitação                             |
| TQR    | Total Quality Recovery                          |
| SCM    | Salto contramovimento                           |
| VAS    | Escala analógica visual                         |

## SUMÁRIO

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>2</b>   | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Exercício físico, sistema imunológico e estresse oxidativo</b> .....          | <b>16</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Cajueiro (Anacardium Occidentale L.) e seu potencial biotecnológico</b> ..... | <b>18</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Caju e exercício físico</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Cajuína e seus possíveis efeitos no exercício físico</b> .....                | <b>20</b> |
| <b>3</b>   | <b>JUSTIFICATIVA</b> .....   | <b>24</b> |
| <b>4</b>   | <b>HIPÓTESES</b> .....   | <b>25</b> |
| <b>5</b>   | <b>OBJETIVOS</b> .....   | <b>26</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Objetivo geral</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Objetivos específicos</b> .....   | <b>26</b> |
| <b>6</b>   | <b>ARTIGO 1</b> .....  | <b>27</b> |
| <b>7</b>   | <b>ARTIGO 2</b> .....  | <b>45</b> |
| <b>8</b>   | <b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....   | <b>68</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>69</b> |
|            | <b>ANEXO A – A Escala de Humor de Brunel (BRUMS)</b> .....                       | <b>75</b> |
|            | <b>ANEXO B – Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)</b> .....            | <b>76</b> |
|            | <b>ANEXO C – FELT AROUSAL SCALE (FAS)</b> .....                                  | <b>77</b> |
|            | <b>ANEXO D – Escala afetiva (FS)</b> .....                                       | <b>78</b> |
|            | <b>ANEXO E – Total Quality Recovery (TQR)</b> .....                              | <b>79</b> |
|            | <b>ANEXO F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....                            | <b>80</b> |
|            | <b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE<br/>ESCLARECIDO</b> .....           | <b>81</b> |
|            | <b>APÊNDICE B – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS</b> .....                     | <b>85</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O cajueiro, considerado uma planta de origem brasileira, é conhecido cientificamente como *Anacardium occidentale L.* e pertence à família *Anacardiaceae*. Essa planta é composta por duas partes distintas: a maçã (pseudofruto) e a castanha (fruto) (SIVAGURUNATHAN; SIVASANKARI; MUTHUKKARUPPAN, 2010).

Embora o cajueiro tenha uma grande importância econômica e cultural para os Estados do Nordeste, principalmente para Piauí, Rio Grande do Norte e Ceará, onde há maior comercialização e produção agrícola (SANTOS et al., 2007), a maçã do caju destaca-se em relação ao poder econômico, pois têm sido utilizada tanto em forma concentrada como processada (OLIVEIRA, 2008).

Algumas outras partes do cajueiro, como a castanha (DAVIS et al., 2007), casca do caule (VANDERLINDE et al., 2009) e as folhas do cajueiro (DHARAMVEER, MISHRA, SIDDIQUI, 2013) têm sido alvo de diversas pesquisas clínicas. No entanto, o pseudofruto tem se destacado em relação à sua eficácia por apresentar excelentes propriedades, como vitamina C, ácidos orgânicos, minerais e carboidratos (SIVAGURUNATHAN; SIVASANKARI; MUTHUKKARUPPAN, 2010; KUBO et al., 2006; MELO-CAVALCANTE et al., 2011). Além disso, devido à maçã do caju ser rica em antioxidantes naturais (compostos fenólicos e carotenóides), ela pode atuar eliminando espécies reativas de oxigênio (ERO), inibindo a formação de radicais livres e prevenindo o desencadeamento de dano celular de baixo grau (MELO-CAVALCANTE et al., 2008, RODRIGUEZ et al., 2012; VIEIRA et al., 2011).

Os exercícios físicos extenuantes e vigorosos, realizados de forma irregular, podem induzir alterações teciduais que resultarão em um processo inflamatório agudo, evidenciado pela liberação de enzimas citosólicas para a corrente sanguínea e infiltração de macrófagos no local onde ocorreu o dano e, conseqüentemente, proporcionar a liberação de radicais livres (POPOVIC et al, 2015; WITHEE et al., 2018; URSO E CLARKSON, 2003). O excesso de EROs no organismo induzirá produção de enzimas antioxidantes que irão atuar na defesa do metabolismo celular com o objetivo de neutralizar os efeitos oxidantes e, assim, reduzir o dano tecidual de baixo grau (URSO E CLARKSON, 2003). Nesse contexto, com a tentativa de atenuar o estresse oxidativo e dano muscular de baixo grau em resposta ao exercício físico, têm-se comercializados e incrementados suplementos esportivos de produtos naturais com atividade ergogênica. Portanto, pesquisadores do esporte e exercício começaram a investigar os efeitos de produtos e sucos naturais, como suco de cereja (HOWATSON et al., 2010), suco

de beterraba (WIGHTMAN et al., 2015), suco de groselha (BRAAKHUIS et al., 2014), suco de uva (DE LIMA TAVARES TOSCANO et al., 2020) e suco de caju (KAEWBUTRA et al., 2016).

Recentemente, Prasertsri e colaboradores (2019) resolveram avaliar o efeito antioxidante do suco do caju em humanos submetidos a um exercício físico de alta intensidade. Os autores mostraram que a suplementação com suco do caju, durante quatro semanas, foi capaz de atenuar significativamente nas concentrações plasmáticas de marcadores de estresse oxidativo em indivíduos treinados e não treinados. Além disso, em indivíduos treinados, o suco do caju também mostrou efeitos benéficos sobre o sistema imunológico, elevando os níveis de neutrófilos e a contagem de leucócitos em repouso.

A cajuína é uma bebida refrescante obtida por meio do suco da maçã do caju clarificado e esterilizado no interior do recipiente e parece ser um dos sucos mais populares no Brasil. Esse produto apresenta bom teor de vitamina C, carotenóides, metais e compostos fenólicos como quercetina (MELO CAVALCANTE ET AL., 2003; LIMA ET AL., 2007).

Além disso, achados *in vitro* relataram o efeito antioxidante da cajuína por intermédio de um ensaio de potencial de captura de radicais (MELO CAVALCANTE ET AL., 2003). Os autores explicaram que esse efeito ocorreu devido aos compostos fenólicos, como a quercetina, a qual atua na captura de radicais livres, reduzindo a toxicidade do oxigênio para as células. Posteriormente, pesquisadores também mostraram que os compostos antioxidantes encontrados na cajuína podem estar relacionados aos seus potenciais efeitos antígeno-tóxico e anticlastogênico, atenuando danos no ácido desoxirribonucleico (DNA) em células de camundongos (MELO CAVALCANTE ET AL., 2011).

No entanto, do melhor de nosso conhecimento, nenhum estudo explorou os efeitos da cajuína em seres humanos e, principalmente, submetidos à prática de exercício físico. Sendo assim, em razão da cajuína ser obtido por meio suco do caju e possuir características nutritivas funcionais (MELO CAVALCANTE ET AL., 2003; LIMA ET AL., 2007), torna-se importante investigar se a suplementação aguda com cajuína pode influenciar em marcadores biológicos (i.g. células imunológicas, glicose sanguínea, TBARS, ácido úrico e albumina), perceptivos (percepção subjetiva do esforço, excitação, afeto, motivação, fadiga mental) e no desempenho em indivíduos corredores submetidos a time-trial simulado.

Do ponto de vista prático, o presente estudo poderá demonstrar a importância de um produto de baixo custo, que é amplamente comercializado no setor industrial e apresenta-se com fácil acessibilidade para atletas no contexto esportivo. Portanto, o objetivo do presente do

estudo é investigar os efeitos da suplementação aguda com cajuína sobre o estresse oxidativo, sistema imunológico, respostas perceptivas e desempenho em prova simulado de 10 km em corredores recreacionais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Exercício físico, sistema imunológico e estresse oxidativo

O sistema imune é envolto de duas grandes áreas (inato e adaptativo), os quais possuem particularidades próprias (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). O sistema inato refere-se às barreiras físicas, químicas e o sistema complemento. Esse sistema possui a presença de células natural killers, neutrófilos, macrófagos, eosinófilos, monócitos, moléculas microbidas como o óxido nítrico, proteínas de fase aguda e enzimas (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002; TERRA et al., 2012). Por outro lado, o sistema adaptativo compreende os linfócitos T (TCD4+ e TCD8+), B, citocinas e anticorpos. Esse sistema pode ser dividido em respostas humorais, que são conduzidas pelos anticorpos, e resposta celular, as quais são conduzidas por linfócitos T e macrófagos (BISHOP et al., 1999; TERRA et al., 2012).

A via de sinalização do sistema imunológico envolve a proteína *rapamycin* (mTOR) que participa do processo celular da hipertrofia muscular e também está atrelada à plasticidade sináptica e à memória muscular (TERRA et al., 2012). Dessa forma, as alterações advindas das respostas do exercício físico (aguda ou crônica) provocam significativas alterações nos diversos componentes do sistema imunológico e, com isso, o sistema inato ou adaptativo tende a sofrer inúmeras alterações (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002).

Nessa perspectiva, modificações nos números de leucócitos são comuns durante o exercício físico, no entanto, isso depende do esforço produzido durante a sessão, visto que seu número tende a aumentar entre 50 a 100% no total, logo após uma atividade acima de 60% do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> máximo). (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). Esses aumentos são decorrentes principalmente das secreções de hormônio como epinefrina e do cortisol durante o exercício físico; Porém, as concentrações de epinefrina reduzem logo após o exercício, enquanto que o cortisol permanece elevado até duas horas depois (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002; SHAW et al., 2018).

As variações dos neutrófilos polimorfonucleares e sua associação ao exercício de intensidade máxima são determinadas principalmente pela condução hemodinâmica na corrente sanguínea e pelas secreções a partir ações das catecolaminas (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). O exercício físico de alta intensidade também é associado à diminuição no número de macrófagos, os quais são recrutados para o sítio inflamatório estimulados pelos indutores da resposta inflamatória, o que ocasiona o aumento dos parâmetros quimiotáticos,

da fagocitose e atividade citotóxica por meio da acrescida secreção do cortisol e prolactina (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). As adaptações fisiológicas dos atletas são investigadas a fim de melhorar o desempenho nos respectivos esportes. Alguns achados demonstram a associação entre as repostas endócrinas e sistema imune (ARAUJO et al., 2019).

EROs e Espécies Reativas de Nitrogênio (ERN) em níveis fisiológicos são necessárias para a manutenção de um balanço redox, para a função e sinalização celular normais, bem como para o funcionamento do sistema imunológico (HE, F. ET AL, 2016, KURUTAS, E.B., 2016). Contudo, sob uma condição de estresse oxidativo, essas EROs precisam de neutralização por mecanismos de proteção celular antioxidante, pois podem interagir com macromoléculas e causar alterações moleculares, como peroxidação de lipídeos, danos em proteínas e ao DNA, as quais irão comprometer as funções celulares normais (HE, F. et al, 2016, KURUTAS, E.B., 2016).

Apresenta-se como senso comum que exercícios de endurance extenuantes induzem a ERO. O excesso de EROs pode levar à fadiga central e a uma disfunção contrátil, afetando o desempenho (HE, F. et al, 2016). O acúmulo dessas espécies reativas durante a prática deve-se ao alto consumo de oxigênio e a micro lesões musculares induzidas pelo exercício que envolvem oxidação a partir de células imunes (HE, F. et al, 2016).

A fim de neutralizar a ameaça de ER para os tecidos e células, há uma ampla variedade de compostos antioxidantes. O sistema antioxidante endógeno é composto por enzimas antioxidantes enzimáticas (i.e. superóxido dismutase, glutathione peroxidase e catalase) (BANERJEE et al., 2003; HALLIWELL, 2011) e não enzimáticas (i.e. glutathione, coenzima Q, vitaminas, minerais, flavonóis, albumina e ácido úrico) que é reforçado por compostos redutores que reagem com as espécies reativas, impedindo que essas oxidem os componentes celulares (WALCZAK-JEDRZEJOWSKA; WOLSKI; SLOWIKOWSKA-HILCZER, 2013).

Embora a prática de exercício físico, principalmente endurance, aumente a quantidade de O<sub>2</sub> para os tecidos cerca de 100 a 200 vezes mais que em condição de repouso, e isso aumente a produção das EROs pela via mitocondrial (OGONOVSKY et al., 2005), o exercício físico regular e de intensidade moderada também apresenta um efeito antioxidante para as células e tecidos (COOPER et al., 2002; RADAK; CHUNG; GOTO, 2008) por meio de um mecanismo de adaptação pelo aumento da atividade antioxidante endógena (RAMEL; WAGNER; ELMADFA et al., 2004).

## 2.2 Cajueiro (*Anacardium Occidentale L.*) e seu potencial biotecnológico

*Anacardium Occidentale L.* é uma espécie de planta, popularmente conhecida como cajueiro, pertencente à família Anacardiaceae (SOUZA, et al., 2009). É uma árvore nativa do Brasil, adquirida principalmente nas regiões Norte e Nordeste, onde teve seu cultivo alastrado para outros países, como Moçambique, Índia, Angola e Quênia, desde o século XVI. Geralmente, o caju é produzido durante o ciclo de estiagem, indo de agosto a dezembro. Há cerca de 20 variedades de caju conhecidas e classificadas segundo à aparência da polpa, o formato, o paladar e à cor da fruta (amarela, vermelha ou roxo-amarelada). Quanto aos tipos de cajueiro, duas espécies são conhecidas: o comum (ou gigante) e o anão precoce (SOUZA, et al., 2009).

O cultivo e a comercialização do caju começaram a ser implantadas no Nordeste Brasileiro na década de 70, com apoio da extinta Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Foram implantadas aproximadamente 300.000 árvores de cajueiro-gigante, além de dez grandes indústrias organizacionais localizadas em Fortaleza, Teresina e Mossoró (GUANZIROLI, et al., 2009).

Aparentemente o caju é conhecido de forma popular como fruto do cajueiro, quando, na verdade é um pseudofruto. A fruta real é a castanha, a qual é encontrada na parte superior do caju (SIVAGURUNATHAN; SIVASANKARI; MUTHUKKARUPPAN, 2010). O pseudofruto é rico em vitamina C, e suas principais formas de comercialização são polpa congelada, suco e néctar. A cada 100 mL de suco de caju é possível encontrar: vitamina C (156 a 387 mg), cálcio (14,70 mg), fósforo (32,55 mg) e ferro (0,575 mg). Seus aspectos nutricionais destacam-se por apresentar altos teores de ácido ascórbico, minerais, ácidos orgânicos, carotenóides, compostos fenólicos e carboidratos (ZEPKA, et al., 2014).

Logo, a *Anacardium occidentale L.* vem se destacando na medicina em razão da sua poderosa atuação antibacteriana e anti-inflamatória de seus metabólitos, principalmente os polifenóis e flavonoides. Em virtude de suas propriedades farmacológicas, o cajueiro se tornou tão conhecido que, atualmente, ele faz parte do conjunto de plantas validadas como medicinais (SOBRAL FILHO, et al., 2010). No conhecimento tradicional brasileiro, o cajueiro é usada principalmente na região Nordeste, produzindo efeitos benéficos no tratamento de anemia, diabetes, queimaduras, úlceras, verrugas e feridas (AGRA; FRANÇA; BARBOSA-FILHO, 2007).

A cajuína é uma bebida refrescante obtida por meio do suco da maçã do caju clarificado e esterilizado no interior do recipiente e parece ser um dos sucos mais populares no Brasil. Esse produto apresenta bom teor de vitamina C, carotenóides, metais e compostos fenólicos como quercetina (MELO CAVALCANTE ET AL., 2003; LIMA ET AL., 2007). Dessa forma, devido a sua composição nutricional, sugere-se que esse produto apresente efeito sobre o desempenho em atletas durante o exercício físico.

### **2.3 Caju e exercício físico**

Diversas partes do cajueiro como a castanha (DAVIS et al, 2007), casca do caule (VANDERLINDE et al, 2009) e as folhas (DHARAMVEER, MISHRA, SIDDIQUI, 2013) foram alvo de várias pesquisas clínicas. Entretanto, quando se trata de exercício físico, apenas três estudos avaliaram o efeito do suco do caju sobre as respostas fisiológicas oriundas da prática de exercício físico (PRASERTSRI et al, 2013; KAEWBUTRA et al, 2016; PRASERTSRI et al, 2019).

Prasertsri e colaboradores (2013) levantaram a hipótese de que a suplementação com o suco do pseudofruto durante quatro semanas aumentaria a utilização de gordura durante o exercício físico e, conseqüentemente, aumentaria o desempenho no exercício de endurance de alta intensidade. Ao final do estudo, os autores revelaram maior contribuição de gordura em relação ao carboidrato para o gasto total de energia durante o exercício de endurance de alta intensidade em indivíduos treinados e não treinados. Os autores explicaram que a vitamina C presente na maçã do caju foi capaz de atuar como um co-fator enzimático necessário para a biossíntese da carnitina (DUNN et al, 1984; REBOUCHE, 1991), a qual é considerada importante co-fator para oxidação de gordura no músculo (HOPPEL, 2003). Além disso, os pesquisadores afirmaram que a leucina, um aminoácido presente na maçã do caju, teve efeito sobre o tecido adiposo, atenuando a expressão da síntese de ácidos graxos em adipócitos humanos (ZEMEL E BRUCKBAUER, 2012).

Ainda, nesse mesmo estudo, foi visto que a suplementação crônica com suco do caju também teve efeito positivo sobre o desempenho de endurance, pois o aumento da taxa de oxidação de gordura foi capaz de poupar glicogênio intramuscular (PRASERTSRI et al, 2013). Os autores afirmaram que essa melhora no desempenho também esteve relacionada a outros fatores como, melhora do sistema imunológico, aumento das defesas antioxidante e alteração hormonal.

Posteriormente, Kaewbutra e colaboradores (2016) hipotetizaram que a suplementação crônica de suco de caju poderia melhorar a aptidão física e suprimir a magnitude dos marcadores de estresse oxidativo em indivíduos de meia-idade e idosos (entre 55 e 70 anos). Após doze semanas de experimento, foi vista uma melhora no status de estresse oxidativo por intermédio da diminuição no marcador de peroxidação lipídica (malondialdeído) e um aumento na atividade plasmática de glutathiona peroxidase (GSH-Px) no grupo experimental quando comparado ao grupo placebo. Além disso, os indivíduos do grupo que consumiram o suco por 12 semanas tiveram aumentos na força muscular e na aptidão aeróbia.

Mais recente, Prasertsri e colaboradores (2019) resolveram analisar os efeitos da suplementação com suco do caju durante quatro semanas em indivíduos treinados e não treinados. Os autores relataram que a suplementação com o pseudofruto foi capaz de atenuar significativamente as concentrações plasmáticas de marcadores de estresse oxidativo em todos os indivíduos. Além disso, nesse mesmo estudo, o suco do caju também mostrou efeito sobre o sistema imunológico em indivíduos treinados, elevando os níveis de neutrófilos e a contagem de leucócitos em repouso. Esses efeitos sobre o sistema imunológico e na defesa antioxidante ocorreram em virtude da vitamina C e, principalmente, os ácidos anacárdicos. Ambos atuaram no organismo prevenindo a geração de radicais superóxido, inibindo a xantina oxidase e aumentando a heme oxigenase-1, a qual trata-se de uma enzima antioxidante no sistema imunológico (KUBO et al, 2006).

#### **2.4 Cajuína e seus possíveis efeitos no exercício físico**

A Cajuína é uma bebida leve com sabor característico, que não possui álcool, fermento e aditivos químicos em sua composição. Além disso, consiste em um suco fresco engarrafado, clarificado, cozido em banho-maria, com teores de açúcares do próprio suco, que são obtidos por meio do pedúnculo do caju (SILVA NETO e ABREU, 2007). Este produto, que geralmente é consumido gelado, possui grande importância cultural e, principalmente, econômica para o Nordeste. Dentre os Estados que mais produzem cajuína durante o ano, encontra-se o Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, os quais fabricam cerca de 10 milhões de garrafas, que são exportadas para outras regiões como Sudeste e Centro-Oeste (SILVA NETO e ABREU, 2007).

Para realizar a sua produção, a cajuína passa por diversas etapas: colheita, transporte, recepção e pesagem, descastanhamento, primeira lavagem, seleção, segunda lavagem,

prensagem ou extração do suco, clarificação, filtração, pré-aquecimento, enchimento, fechamento, tratamento térmico, resfriamento, rotulagem e armazenamento (SILVA NETO e ABREU, 2007).

Dentre as características organolépticas estão o seu aroma próprio, sabor um pouco ácido e adstringente, sua cor variando entre o amarelo translúcido ao incolor. Em relação às suas características físico-químicas ideais, segundo a empresa EMBRAPA (SILVA NETO e ABREU, 2007), apresenta-se com 60 mg/100 g de ácido ascórbico; 15 g/100 g de açúcares totais, naturais do caju; 0,25 g/100 g de acidez total expressa em ácido cítrico; e 10 °Brix de sólidos solúveis a 20 °C.

Pesquisas mostraram que a cajuína apresenta um alto valor nutritivo (MELO CAVALCANTE et al., 2003; LIMA et al., 2007). Achados *in vitro* relataram um efeito antioxidante da cajuína por meio de um ensaio de potencial de captura de radicais devido aos compostos fenólicos como a quercetina, a qual atuaria na quelatação de metais e / ou captura de radicais livres, podendo reduzir a toxicidade do oxigênio para as células, tendo, assim, um potencial efeito antioxidante (MELO CAVALCANTE et al., 2003). Nos últimos anos, alguns estudos têm relatado efeitos ergogênicos de alimentos e produtos naturais; dentre esses efeitos observados incluem reduções no estresse oxidativo (KAEWBUTRA et al, 2016; PRASERTSRI et al, 2019).

A respeito da corrida, corrobora-se como uma das práticas mais conhecidas de exercício de endurance. De acordo com Salgado (2006), a participação em eventos como corrida de rua tem aumentado constantemente no calendário anual, e a procura desta modalidade está relacionado a diversos fatores como: estética, melhora da performance, convívio social, atenuação de estresse, entre outros. No entanto, apesar desta modalidade ser comumente praticada, a literatura especializada atual vem mostrando que esse tipo de exercício está associado a impactos fisiológicos agudos, como o aumento de EROs (WITHEE et al, 2017).

Sendo assim, sabendo que o exercício físico como corrida aumenta diversos marcadores relacionados ao estresse oxidativo (WITHEE et al., 2017), acredita-se que a suplementação aguda com cajuína poderia atenuar esses marcadores devido as suas propriedades e efeitos antioxidantes citados anteriormente.

Em um outro estudo, os autores mostraram que os compostos antioxidantes encontrados na cajuína podem estar relacionados aos seus potenciais efeitos antígeno-tóxico e

anticlastogênico, os quais reduziram significativamente os danos em DNA nas células de camundongos (MELO CAVALCANTE et al., 2011). Com isso, devido à cajuína ter mostrado esse efeito protetor em células de animais, acredita-se que esse produto possa atenuar o dano tecidual induzido pelo exercício físico (POPOVIC et al, 2015; WITHEE et al., 2017), o qual pode ser indicado pela liberação de enzimas citosólicas para corrente sanguínea, como a creatina quinase e lactato desidrogenase (HYLDAHL E HUBAL, 2013; PEAKE et al., 2017).

Durante os exercícios físicos, torna-se evidente que as principais fontes de energia são oriundas dos carboidratos, pois seus níveis são maiores no músculo do que outros substratos energéticos; com isso, tem se incrementado o uso de carboidratos antes de exercícios físicos de longa duração para melhorar as reservas de glicogênio muscular e hepático (DELAVIER e GUNDILL, 2007). Logo, sabendo que a suplementação com carboidrato tem sido bastante utilizada para melhorar o desempenho no esporte (JEUKENDRUP, 2004), e que a cajuína possui carboidratos em sua composição nutricional (SILVA NETO e ABREU, 2007), acreditamos que esse produto, quando suplementado de forma aguda, pode influenciar positivamente no desempenho dos corredores.

De fato, alguns pesquisadores já mostraram o efeito do carboidrato sobre o desempenho durante o exercício físico (ALI et al, 2017); entretanto, poucos estudos têm investigado o efeito de suco naturais, ricos em carboidratos, em respostas psicofisiológicas, as quais estão associados ao humor e nas respostas perceptiva dos indivíduos.

Em uma pesquisa recente, foi visto que a suplementação de carboidrato é capaz de melhorar as classificações percebidas de vigor durante o exercício de alta intensidade em ciclistas e triatletas treinados (ALI et al, 2017). Além disso, também sabemos que um simples enxague de carboidrato pode ativar receptores na cavidade oral, os quais podem atuar ativando áreas do córtex relacionadas à recompensa e/ou prazer, aumentando assim o drive neural e motivação dos indivíduos (CARTER et al. 2004b; CHAMBERS et al. 2009).

Sendo assim, devido à cajuína apresentar carboidratos em sua composição, acreditamos também que este produto poderia influenciar na resposta psicofisiológica, ativando áreas cerebrais envolvidas com recompensa (CHAMBERS et al. 2009), e conseqüentemente atenuando a percepção subjetiva do esforço e melhorando o estado de humor desses indivíduos.

### 3 JUSTIFICATIVA

Ratifica-se que a suplementação crônica com o suco do caju tem efeito sobre o exercício físico, melhorando o desempenho, aptidão física, sistema imunológico, e atenuando o estresse oxidativo (PRASERTSRI et al, 2013; KAEWBUTRA et al, 2016; PRASERTSRI et al, 2019). No entanto, ainda não há estudos mostrando o efeito agudo do caju sobre o exercício físico.

A cajuína, obtida a partir do suco processado do caju, apresenta-se com propriedades e composição nutricional semelhante ao pseudofruto (SILVA NETO e ABREU 2007). Na literatura, devido aos seus compostos como vitamina C, vários carotenóides, metais e compostos fenólicos como quercetina e ácido anacárdico (MELO CAVALCANTE et al., 2003; LIMA et al., 2007), a cajuína mostrou ter efeito antioxidante (MELO CAVALCANTE et al., 2003), antígeno tóxico e anticlastogênico (MELO CAVALCANTE et al., 2011) em estudos *in vitro* e com animais respectivamente. Entretanto, ainda não há achados mostrando os efeitos agudos da cajuína em seres humanos e, principalmente, submetidos à prática de exercício físico.

Sendo assim, este trabalho se justifica por ser o primeiro estudo a analisar o efeito agudo de um produto que é derivado do caju em sujeitos treinados. Além disso, a cajuína é um produto com baixo custo, importante para o setor industrial, cultural e econômico, que será investigada com o objetivo de compreender os mecanismos desse produto para corredores recreacionais.

#### **4 HIPÓTESES**

- Um time trial de 10km proporcionaria alterações no sistema imunológico, em marcadores antioxidantes e em variáveis perceptivas em sujeitos corredores moderadamente treinados.
- A ingestão de cajuína antes do exercício físico alteraria a capacidade antioxidante do metabolismo celular causada pelo exercício de endurance.
- A cajuína acarretaria alterações positivas em células do sistema imune.
- Hipotetizamos também que a cajuína poderia influenciar em aspectos perceptivos, atenuando a percepção subjetiva do esforço, melhorando a excitação, o prazer e variáveis relacionadas ao humor durante o exercício.
- Foi sugerido também que suplementação com cajuína poderia melhorar o desempenho dos corredores por meio da redução no tempo do time trial simulado de 10 km.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo geral**

Analisar se a suplementação aguda com cajuína apresentaria efeito sob o sistema imune, capacidade antioxidante, aspectos perceptivos e no desempenho em corredores de rua submetidos a uma time trial simulado de 10 km.

### **5.2 Objetivo específico**

- Verificar se a cajuína poderia apresentar efeitos nas concentrações dos marcadores antioxidantes não enzimáticos (níveis séricos de ácido úrico e albumina) e peroxidação lipídica (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS);
- Avaliar os possíveis efeitos da cajuína na contagem de células imunológicas e plaquetas em sujeitos submetidos a um Tt10km;
- Averiguar se a suplementação com cajuína influenciaria no esforço percebido, prazer/desprazer, excitação, fadiga mental e humor durante um Tt10km em atletas corredores.

**6 ARTIGO 1:****PÁGINA DE TÍTULO**

**TÍTULO:** O efeito da suplementação aguda com cajuína (*Anacardium occidentale L.*) na contagem de leucócitos, plaquetas e na atividade antioxidante em corredores: um estudo randomizado, crossover, duplo-cego controlado por placebo.

**TÍTULO CURTO:** Efeitos da cajuína no sistema imunológico e estresse oxidativo durante o exercício.

**AUTORES:** Luiz José Frota Solon Junior<sup>1</sup>\*, Luiz Vieira da Silva Neto<sup>2</sup>.

**AFILIAÇÕES:** <sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Sobral-Ceará, Brasil; <sup>2</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências da Saúde, Sobral, Ceará, Brasil.

**\*AUTOR CORRESPONDENTE:** Luiz J. F. SOLON JÚNIOR, Universidade Federal do Ceará, Sobral, Ceará, Brasil. E-mail: sluis424@gmail.com.

**PERIÓDICO:** Anais da Academia Brasileira de Ciências

**ÁREA:** BIOTECNOLOGIA

**QUALIS ANTIGO:** B3

**NOVO QUALIS GERAL:** A2

**ISSN:** 1678-2690

**FATOR DE IMPACTO:** 1.280

**Resumo:** O objetivo do estudo foi avaliar se a ingestão aguda de cajuína apresentaria efeitos sob a contagem de leucócitos e a atividade antioxidante em corredores moderadamente treinados submetidos a um time trial simulado de 10km (Tt10km). Nove corredores treinados (idade  $32\pm 9,2$  anos) participaram de duas intervenções experimentais com delineamento randomizado, cruzado, duplo-cego controlado por placebo. Uma quantidade de 550ml de cajuína comercial ou placebo foram ingeridas duas horas antes do Tt10km. As amostras de sangue para avaliação dos marcadores de ácido úrico, albumina, malondialdeído (MDA) e células brancas foram coletadas antes da suplementação e após o exercício. Não foram observadas diferenças estatísticas na contagem de leucócitos, plaquetas, ácido úrico e MDA em nenhum dos tratamentos para as comparações entre os valores pré e pós exercício ( $p>0.05$ ). No entanto, a albumina foi aumentada após o exercício na condição cajuína ( $p = 0,014$ ) e placebo ( $p = 0,042$ ). Os valores de delta não mostraram haver nenhuma diferença estatística entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas. Em conclusão, sugere-se que a suplementação aguda com cajuína não apresenta efeitos sobre o sistema imunológico e marcadores antioxidantes em sujeitos submetidos a exercício de endurance.

**Palavras chaves:** cajuína, exercício, inflamação, produto natural, sistema imune.

## INTRODUÇÃO

O exercício físico, especificamente o endurance, é capaz de promover alterações nas células imunológicas por intermédio de uma neutrofilia, linfopenia e uma diminuição na contagem de eosinófilos em sujeitos moderadamente treinados (Morgado et al., 2016). Simpson et al. (2015) argumentaram que essa leucocitose durante e após o exercício físico prolongado era decorrente de uma resposta inflamatória aguda induzida pelo exercício físico. Pesquisas anteriores sugeriram que esses aumentos na contagem de leucócitos decorrente do exercício físico estavam relacionados ao aumento de hormônios como cortisol e das catecolaminas durante a prática de exercício (Gunzer et al., 2012; Jafari, 2014).

De fato, parece que alterações no sistema imune induzida pelo exercício físico também estão relacionadas ao aumento do estresse oxidativo (Gunzer et al., 2012; Jafari, 2014). A prática de exercício físico, especialmente o endurance, aumenta a quantidade de  $O_2$  pela via mitocondrial e, conseqüentemente, as espécies reativas de oxigênio (ERO), o que vai proporcionar um balanço redox a favor das moléculas oxidantes nas células e nos tecidos (Ogonovszky et al., 2005). Por outro lado, o exercício físico regular e de intensidade moderada também pode apresentar um efeito antioxidante (Cooper et al., 2002) por meio de um mecanismo de adaptação que envolve o aumento da atividade antioxidante endógena (Ramel, 2004), seja pelo sistema antioxidante enzimático (i.e. superóxido dismutase, glutatona peroxidase e catalase) (Banerjee et al., 2003; Halliwell, 2011) ou não enzimático (i.e. glutatona, coenzima Q, vitaminas, minerais, flavonóis, albumina e ácido úrico) (Walczak–Jedrzejowska et al., 2013).

Visto que o exercício físico gera efeitos sobre o sistema imune (Simpson et al., 2015) e o balanço redox (Ogonovszky et al., 2005), vários estudos na última década investigaram e revelaram os efeitos ergogênicos no sistema imunológico e antioxidante com a utilização de suplementações naturais como, suco de uva (de Lima Tavares Toscano et al., 2020), cereja, melancia, morango (Doma et al., 2020) e suco de caju (Kaewbutra et al., 2016; Prasertsri et al., 2019).

A princípio, o primeiro estudo a investigar o efeito da suplementação repetida de longo prazo com suco do caju mostrou melhora no desempenho de endurance (Prasertsri et al., 2013). Posteriormente, Kaewbutra e colaboradores (2016) mostraram que após doze semanas de suplementação com suco de caju houve diminuição nos

marcadores de estresse oxidativo em indivíduos de meia-idade e idosos. Esses achados foram corroborados com Prasertsri et al., (2019), os quais observaram diminuição nas concentrações plasmáticas dos marcadores de estresse oxidativo em repouso em homens treinados e não treinados após suplementarem por um período menor (i.e. quatro semanas). Além disso, os mesmos autores também explanaram um aumento na contagem de neutrófilos em repouso e a contagem de leucócitos imediatamente após exercício físico. Prasertsri et al., (2019) sugeriram que esses efeitos benéficos no sistema imune foram decorrentes do efeito antioxidante da suplementação.

A cajuína, por sua vez, considerada um produto com bastante popularidade, é derivada do suco de caju processado e apresenta um grande valor econômico devido a sua atividade agrônômica e industrial no Brasil, especificamente na região Nordeste (Oliveira et al., 2020). Esse produto, por ser derivado do suco do caju, apresenta em sua composição boas quantidades de vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos como quercetina (Cerqueira & Albinati, 2020; Lima et al., 2007a). Devido a esses compostos, especificamente a quercetina, Melo Cavalcante et al. (2003) mostraram uma atividade antioxidante da cajuína *in vitro*. No entanto, ainda não são conhecidos os efeitos deste produto em humanos e, principalmente, submetidos ao exercício de endurance.

Dessa forma, visto que a cajuína é derivada do suco do caju e que os mecanismos antioxidantes desse produto estão associados a melhoria no sistema imunológico (da Silveira Vasconcelos et al., 2015), torna-se necessário investigar se a cajuína poderia apresentar efeitos sobre a contagem de leucócitos, plaquetas e em marcadores antioxidantes em corredores recreacionais. Portanto, foi hipotetizado que a suplementação aguda com cajuína poderia melhorar o sistema imune a antioxidante. Assim, o presente estudo investigou os efeitos agudos da suplementação de cajuína nas contagem de leucócitos, plaquetas e na capacidade antioxidante em corredores moderadamente treinados submetidos a um time trial simulado de 10km.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Sujeitos**

Nove corredores recreacionais adultos do sexo masculino foram incluídos neste estudo (ver tabela 1). No entanto, a análise do esfregaço sanguíneo foi realizada somente em sete atletas. Os seguintes critérios de inclusão aplicados foram: 1) ausência

de qualquer condição inflamatória; 2) não estar usando nenhum suplemento nutricional por pelo menos 3 meses, mas também durante este estudo; 3) não estar fumando ou ingerindo bebidas alcoólicas; 4) estar participando de competições (nacionais e estaduais) nos últimos meses; 5) estar praticando corrida nos últimos dois anos; 6) realizar os 10km em menos de 60 minutos; e 7) não utilizar cafeína pelo menos 3 horas antes do experimento. Os critérios de exclusão foram: 1) estarem consumindo regularmente o caju ou algum outro produto que continha polifenóis (i.e. uva, vinho tinto, cacau); 2) não descansarem 48 horas antes das intervenções agendadas; e 3) apresentar algum processo infeccioso no momento do estudo. Durante o estudo, foram excluídos os atletas com lesões musculotendinosas ( $n = 1$ ), aqueles que alteraram o padrão alimentar habitual ou de treinamento físico ( $n = 0$ ) e iniciaram a terapia medicamentosa ( $n = 0$ ).

Todos os sujeitos foram informados verbalmente e por escrito sobre os possíveis riscos do estudo antes da assinatura do termo de consentimento. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Vale do Acaraú (protocolo: 3.685.729) e seguiram as diretrizes éticas da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

**Tabela 1. Características dos corredores ( $n = 9$ ) (média  $\pm$  DP)**

|                                    |                  |
|------------------------------------|------------------|
| Idade (anos)                       | 32 $\pm$ 9,2     |
| Estatura (m)                       | 1,71 $\pm$ 0,06  |
| Massa corporal (kg)                | 70,94 $\pm$ 8,09 |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )           | 24,17 $\pm$ 1,74 |
| Frequência de treino (dias/semana) | 3,9 $\pm$ 1,9    |
| Tempo de treino (minutos/sessão)   | 53,0 $\pm$ 16,9  |

IMC = índice de massa corporal.

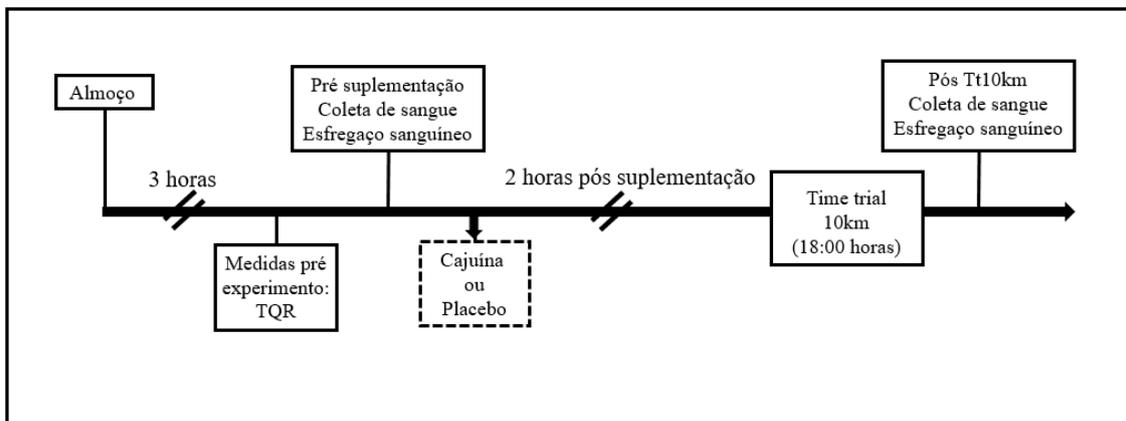
### Desenho do estudo

Um ensaio clínico duplo-cego, cruzado, randomizado, controlado por placebo foi realizado no presente estudo. O estudo foi considerado triplo-cego para a contagem de células brancas e plaquetas, pois os participantes, pesquisador e analisador das lâminas não sabiam qual condição (cajuína comercial – nordestina, Ceará, Brasil; ou placebo) estava sendo analisada. Os sujeitos foram convidados a participarem de uma sessão que consistiu na explanação dos procedimentos da pesquisa e outras duas condições experimentais randomizadas (com um período de “*wash out*” de uma

semana) para verificar o efeito agudo da suplementação com cajuína. Vale ressaltar que os sujeitos estavam não tinham conhecimento sobre os objetivos e hipóteses do presente estudo.

Após a chegada do participante no local durante as intervenções experimentais (figura 1), houve a verificação da escala de recuperação (Total Quality Recovery - TQR) (Kenttä & Hassmén, 1998; Osiecki et al., 2015) como medida pré experimento. Como os participantes foram orientados a descansarem 48 horas antes das intervenções, a TQR em ambas as intervenções foram acima de 17 (i.e. Recuperação muito boa) e não diferiu entre as intervenções experimentais ( $p > 0.05$ ).

Os sujeitos ingeriram cajuína ou placebo duas horas antes do time trial de 10km em ambas as condições. Vale ressaltar que os atletas estavam cegados em relação à velocidade e tempo durante todo o percurso. O presente estudo, o qual foi concluído dentro de três semanas, foi realizado em ambiente aberto sempre no mesmo horário do dia (18:00 horas) com objetivo de evitar variações climáticas entre as condições experimentais. A coleta de sangue e, por conseguinte, o esfregaço sanguíneo foram realizados antes dos atletas ingerirem a suplementação e logo após o Tt10km.



**Figura 1.** Desenho do estudo. SCM = salto contramovimento; TQR = Total Quality Recovery.

### Monitorização da ingestão alimentar

Com base em estudos anteriores (Astorino et al., 2012) e medida de controle do estudo, os corredores foram instruídos a responderem um registro alimentar de 24 horas. Essa alimentação foi avaliada pelos pesquisadores e especialistas na área e, em seguida, foram fotocopiados e devolvidos aos participantes para que eles seguissem a mesma alimentação nas duas semanas de experimento. Antes de ingerir a suplementação em

cada sessão, os sujeitos foram orientados a jejuarem por 3 horas de alimento e 2 horas de água ad libitum após o almoço.

### **Suplementação de cajuína e placebo**

A *Anacardium occidentale* L é uma espécie nativa do Brasil (Lei da Biodiversidade: 13.123). A cajuína é um subproduto do suco do caju; portanto, visto que sua obtenção é de forma indireta (i.e., por meio do comércio alimentar), não houve necessidade de cadastramento para pedido de acesso ao caju no Sistema Nacional de Patrimônio Genético (SISGEN). A condição cajuína utilizou um produto comercialmente industrializado (cajuína nordestina), obtida em supermercado (cajuína nordestina, Ceará, Brasil). A composição nutricional do produto, em uma porção de 100ml, apresenta cerca de: 45 kcal; 11g de carboidratos (concentração de 11% de glicídios); 0,8g de proteínas; 0g de gordura; 1,5g fibras; 25mg sódio (Lima et al., 2007). Vale ressaltar que ainda não há nenhum estudo com suplementação de cajuína em seres humanos e, principalmente, submetidos à prática de exercício. Além disso, nenhum estudo explorou os efeitos agudos da suplementação com suco do caju o que poderia ser adaptado, pois a cajuína é um produto derivado do caju. Como reportado anteriormente, a cajuína apresenta-se com bom teor de compostos fenólicos como quercetina, os quais apresentam atividade antioxidante (Melo Cavalcante et al., 2003; Lima et al., 2007). Neste sentido, sabendo que a suplementação com flavonóides 2 horas antes do exercício aumenta a biodisponibilidade dos compostos polifenólicos (Stalmach et al., 2012), os atletas do presente estudo utilizaram uma dose única padrão para todos os sujeitos (550 ml) de cajuína duas horas antes de iniciar o Tt10km com o objetivo de padronizar a carga de flavonóides para todos.

### **Coleta de sangue**

Amostras de sangue venoso foram coletadas por um profissional treinado e experiente em um laboratório previamente preparado para o procedimento com a devida proteção do profissional (luvas, máscaras e aventais) e dos participantes (agulhas, adaptador, vacuntainer novos e descartáveis). Foram coletados 10 mL de sangue da veia cubital mediana de cada sujeito, antes da suplementação e logo e após o exercício físico, com o local devidamente higienizado com etanol 70%, e em seguida separados e rotulados em tubos com anticoagulante, com identificação do participante e número da intervenção. O sangue foi coletado em tubos com EDTA e gel separador para

posteriormente serem centrifugados (1500 rpm a 4° C). O plasma e o soro foram armazenados a -80°C para posterior análise dos biomarcadores.

### **Esfregaço sanguíneo**

As amostras para o esfregaço sanguíneo foram colhidas por venopunção, e uma gota de sangue foi colocada diretamente em uma lâmina de vidro e espalhada em uma camada fina, com a identificação do paciente em uma superfície (Adewoyin and Nwogoh, 2014). Após essa técnica, as lâminas hematológicas foram deixadas secar em temperatura ambiente e, em seguida, foram submergidas e coradas com panótico rápido (Adewoyin and Nwogoh, 2014).

Os corantes hematológicos são fixadores e misturas de sais ácidos e básicos que permitem a coloração de estruturas citoplasmáticas e nucleares das células. O primeiro panótico utilizado foi o triarilmetano com metanol; o segundo tinha formulação com xantenos e água deionizada; e o terceiro era composto por tiazinas e água deionizada. O método de fixação e coloração panótico rápido baseia-se no princípio de coloração hematológica estabelecida por Romanowsky (Adewoyin and Nwogoh, 2014). Por fim, a leitura foi realizada em objetiva de imersão no microscópio ótico, com aumento de 1000x, do corpo para cauda da lâmina em zig-zag, por um único pesquisador patologista com expertise. Vale ressaltar que essa metodologia utilizando esfregaço sanguíneo periférico tem sido utilizada em atletas praticantes de exercício (Saygin et al., 2006).

### **Análises dos biomarcadores**

O estresse oxidativo foi medido por meio da peroxidação lipídica, que foi quantificada por produto metabólico malondialdeído (MDA). Para isso, adotou-se a reação de ácido tiobarbitúrico (TBARS) no plasma, segundo método descrito por (Ohkawa et al., 1979). O complexo colorido MDA-TBARS foi lido em espectrofotometria com absorvância a um comprimento de onda de 532nm.

O nível sérico de ácido úrico foi medido pelo método da glicose oxidase de Trinder's utilizando-se um kit comercial específico (Labtest, Fortaleza, Brasil) em um analisador automatizado (Labmax 240 Premium; Labtest, Fortaleza, Brasil) de acordo com as instruções do fabricante. O branco (1ml reagente de trabalho), as amostras (1ml de trabalho + 0,02ml da amostra) e o padrão (1ml de trabalho + 0,02ml do padrão)

foram devidamente preparados, misturados, colocados em banho-maria a 37 °C durante 5 minutos e lidos em espectrofotômetro em 520nm de absorbância.

A albumina foi avaliada por intermédio do soro e reação de ponto final utilizando-se um kit comercial específico (Labtest, Fortaleza, Brasil) em um analisador automatizado (Labmax 240 Premium; Labtest, Fortaleza, Brasil) de acordo com as instruções do fabricante. O branco (1ml reagente de cor), as amostras (1ml do branco + 0,01ml da amostra) e o padrão (1ml do branco + 0,01ml do padrão) foram devidamente preparados e lidos em espectrofotômetro em 630nm de absorbância.

### **Análise hematológicas e contagem de leucócitos e plaquetas**

As contagens de leucócitos e plaquetas foram realizadas a partir de fotomicrografias e analisadas em microscópio trinocular. As fotodocumentações foram concretizadas na porção central da amostra (região com distribuição mais homogênea) e armazenadas para a contagem dos valores relativos (%), feitas a partir da contagem de 100 glóbulos brancos (100%) e a apuração de cada um dos seis tipos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos). O valor absoluto de leucócitos totais será dado a partir de uma regra de três utilizando a referência do valor absoluto (Rosenfeld et al., 2019). A contagem de plaquetas foi obtida por meio do método de Fônio (Comar et al., 2009), o qual foram contados 4 campos microscópicos, contendo cerca de 200 hemácias cada um e, em seguida, a quantidade de plaquetas foi dada pela regra de três por meio dos valores absolutos de referência para exames laboratoriais de hemograma da população adulta brasileira (Rosenfeld et al., 2019).

### **Análise dos dados**

Foram utilizadas técnicas de estatística descritiva para obter dados relativos a médias e desvios padrões. A normalidade e a homogeneidade das variâncias da amostra foram testadas por meio do teste de Shapiro-wilk e Levene respectivamente. O teste *t* pareado de *Student* foi utilizado para comparar as condições pré e pós exercício. Além disso, o teste *t* pareado foi utilizado para comparar os marcadores antioxidantes e células imunológicas entre os valores de delta variação dos tratamentos cajuína e placebo. O tamanho do efeito de cohen's *d* (ESd) entre as condições pré e pós foram adotados como pequeno (0.20-0.30), médio (0.40-0.70), grande ( $\geq 0.80$ ) e muito grande ( $\geq 1.20$ ) (Cohen, 1988).

## RESULTADOS

Quando comparamos as condições pré e pós exercício (tabela 2) dos tratamentos cajuína e placebo não foi observada nenhuma diferença significativa na contagem total de leucócitos ( $t_6 = -0,419$ ;  $p = 0,69$ ;  $ESd = 0,24$  e  $t_6 = -0,768$ ;  $p = 0,47$ ;  $ESd = 0,44$ , respectivamente), neutrófilos ( $t_6 = -0,419$ ;  $p = 0,69$ ;  $ESd = 0,24$  e  $t_6 = -0,537$ ;  $p = 0,61$ ;  $ESd = 0,31$ , respectivamente), eosinófilos ( $t_6 = 0,200$ ;  $p = 0,84$ ;  $ESd = 0,11$  e  $t_6 = 0,638$ ;  $p = 0,54$ ;  $ESd = 0,37$ , respectivamente), linfócitos ( $t_6 = 0,479$ ;  $p = 0,64$ ;  $ESd = 0,28$  e  $t_6 = 0,674$ ;  $p = 0,52$ ;  $ESd = 0,39$ , respectivamente) e monócitos ( $t_6 = -0,094$ ;  $p = 0,92$ ;  $ESd = 0,05$  e  $t_6 = -0,420$ ;  $p = 0,68$ ;  $ESd = 0,24$ , respectivamente). No entanto, embora não seja significativo, foi observado uma leve monocitose (aumento de monócitos) após o exercício em ambos os grupos.

Além disso, os dados dos tratamentos cajuína e placebo referente a plaquetas também não foram estatisticamente ( $t_6 = -1,272$ ;  $p = 0,25$ ;  $ESd = 0,73$  e  $t_6 = 0,735$ ;  $p = 0,49$ ;  $ESd = 0,42$ , respectivamente) alterados com prática exercício (Tabela 1).

**Tabela 2. Comparação das contagens de leucócitos e plaquetas entre as condições pré e pós exercício nos grupos cajuína e placebo.**

|                                       | Cajuína (n= 7)                    |                                   | Placebo (n= 7)                    |                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                       | Pré                               | Pós                               | Pré                               | Pós                               |
| <b>Neutrófilos (%)</b>                | 55,29 ( $\pm 6,18$ )              | 57,29 ( $\pm 7,86$ )              | 57,43 ( $\pm 11,61$ )             | 59,71 ( $\pm 10,81$ )             |
| <b>Eosinófilos (%)</b>                | 3,29 ( $\pm 2,62$ )               | 3,00 ( $\pm 2,00$ )               | 2,57 ( $\pm 1,71$ )               | 2,00 ( $\pm 1,63$ )               |
| <b>Linfócitos (%)</b>                 | 29,14 ( $\pm 5,17$ )              | 27,29 ( $\pm 7,13$ )              | 27,71 ( $\pm 7,38$ )              | 25,71 ( $\pm 7,61$ )              |
| <b>Monócitos (%)</b>                  | 10,86 ( $\pm 4,67$ )              | 11,00 ( $\pm 2,23$ )              | 10,71 ( $\pm 5,93$ )              | 11,57 ( $\pm 5,56$ )              |
| <b>Leucócitos (<math>mm^3</math>)</b> | 10.870 ( $\pm 432,85$ )           | 11.010 ( $\pm 550,75$ )           | 10.920 ( $\pm 966,57$ )           | 11.180 ( $\pm 756,85$ )           |
| <b>Plaquetas (<math>mm^3</math>)</b>  | 230.000,00<br>( $\pm 69.282,03$ ) | 282.857,14<br>( $\pm 81.846,25$ ) | 244.285,71<br>( $\pm 409.70,37$ ) | 215.714,29<br>( $\pm 907.57,39$ ) |

*Nota.* Os dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão.

Na tabela 3, os dados mostram os valores de delta variação de cada célula branca (em %), da contagem total leucócitos e de plaquetas entre os tratamentos. Os dados apontaram que não houve diferença significativa em todas as análises realizadas ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 3. Valores delta variação das células brancas e plaquetas durante as diferentes condições experimentais.**

|                    | <b>Cajuína (n=7)</b> | <b>Placebo (n=7)</b> | <i>t</i> <sub>(6)</sub> | <i>p</i> | <i>ESd</i> |
|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------|------------|
| <b>Neutrófilos</b> | 2,00 (±12,63)        | 2,29 (±11,26)        | 0,040                   | 0,96     | 0,02       |
| <b>Eosinófilos</b> | -0,29 (±3,77)        | -0,57 (±2,37)        | -0,171                  | 0,87     | 0,08       |
| <b>Linfócitos</b>  | -1,86 (±10,25)       | -2,00 (±7,85)        | -0,033                  | 0,97     | 0,01       |
| <b>Monócitos</b>   | 0,14 (±4,01)         | 0,86 (±5,39)         | 0,297                   | 0,77     | 0,15       |
| <b>Leucócitos</b>  | 1,40 (±8,84)         | 2,60 (±8,95)         | -0,214                  | 0,83     | 0,13       |
| <b>Plaquetas</b>   | 10,57 (±21,99)       | -5,71 (±20,58)       | -1,254                  | 0,25     | 0,79       |

*Nota.* Os dados são apresentados como média ± desvio padrão. *t* = valor do teste *t* pareado; *p* = valor de *p*; *ESd* = Effect size Cohen *d*.

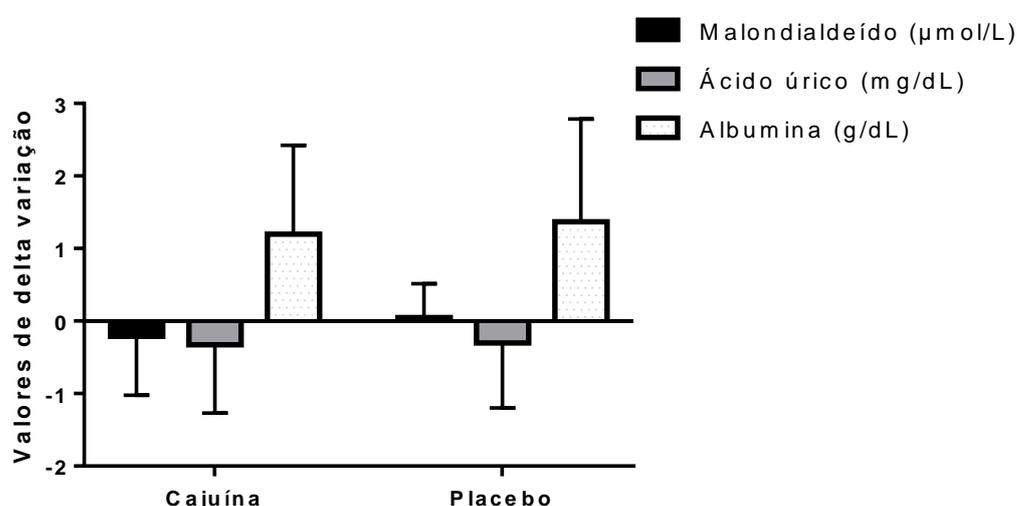
Os resultados referentes aos dados pré e pós exercício dos marcadores antioxidantes não enzimáticos (i.e. ácido úrico e albumina) e de peroxidação lipídica (i.e. MDA) são apresentados na tabela 4. Os achados mostraram que não houve nenhuma alteração significativa para os marcadores MDA e ácido úrico; no entanto, a albumina aumentou significativamente em ambos os tratamentos após o Tt10km (com tamanhos de efeito alto).

**Tabela 4. Comportamento dos marcadores antioxidantes não enzimáticos e de peroxidação lipídica (MDA) nas condições pré e pós Tt10km.**

|                            | <b>Cajuína (n=9)</b> | <b>Placebo (n=9)</b> |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| <b>MDA (µmol/L)</b>        |                      |                      |
| Pré-Tt10km                 | 4,32 (±0,64)         | 3,89 (±0,86)         |
| Pós-Tt10km                 | 4,11 (±0,86)         | 3,95 (±0,71)         |
| <i>t</i> <sub>(8)</sub>    | 0,784                | 0,337                |
| <i>P</i>                   | 0,45                 | 0,74                 |
| <i>d</i> – Cohen           | 0.20                 | 0.06                 |
| <b>Ácido úrico (mg/dL)</b> |                      |                      |
| Pré-Tt10km                 | 4,66 (±0,64)         | 5,05 (±0,96)         |
| Pós-Tt10km                 | 4,33 (±0,86)         | 5,35 (±1,42)         |
| <i>t</i> <sub>(8)</sub>    | 0,944                | -1,009               |
| <i>P</i>                   | 0,37                 | 0,34                 |
| <i>d</i> – Cohen           | 0.43                 | 0.25                 |
| <b>Albumina (g/dL)</b>     |                      |                      |
| Pré-Tt10km                 | 5,65 (±1,17)         | 5,11 (±1,45)         |
| Pós-Tt10km                 | 6,89 (±0,92)*        | 6,44 (±1,01)*        |
| <i>t</i> <sub>(8)</sub>    | 3,116                | -2,412               |
| <i>P</i>                   | 0,014                | 0,042                |
| <i>d</i> – Cohen           | 1.17                 | 1.06                 |

*Nota.* Os dados são apresentados como média (± desvio padrão). MDA = malondialdeído; *t* = valor do teste *t* pareado; *p* = valor de *p*; *d* – Cohen = Effect size (pré vs pós Tt10km).

A figura 2 mostra a comparação entre os valores de delta variação para os biomarcadores antioxidantes. Embora os valores de delta variação tenham mostrado uma diminuição para os dados de MDA da condição cajuína ( $-0,21 \pm 0,81$ ) em comparação à condição placebo ( $0,05 \pm 0,46$ ), nenhuma diferença estatística foi observada ( $t_8 = -0,953$ ;  $p = 0,36$ ;  $ESd = 0,39$ ). Os resultados referentes aos marcadores ácido úrico e albumina também não mostraram diferenças significativas ( $t_8 = -1,881$ ;  $p = 0,09$ ;  $ESd = 0,67$  e  $t_8 = -0,325$ ;  $p = 0,75$ ;  $ESd = 0,13$ , respectivamente) entre os tratamentos cajuína ( $-0,32 \pm 0,94$  e  $1,19 \pm 1,22$ , respectivamente) e placebo ( $0,30 \pm 0,89$  e  $1,36 \pm 1,41$ , respectivamente).



**Figura 2.** Valores delta variação do Malondialdeído, Ácido úrico e Albumina durante as diferentes condições experimentais. Os valores são apresentados como média  $\pm$  DP.

Ao comparar o desempenho entre os diferentes tratamentos (ver figura 3), os resultados não indicaram diferenças estatisticamente significantes ( $F_{1,8} = 4,203$ ,  $p = 0,074$ ,  $\eta^2 = 0,344$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que a suplementação aguda com cajuína não alterou a contagem de leucócitos, plaquetas, MDA, ácido úrico e albumina, após a realização de um time trial simulado de 10km. Portanto, ao contrário do que foi hipotetizado e de acordo com a metodologia proposta, sugere-se que a suplementação aguda com este

subproduto do caju parece não ter influência na resposta imunológica e antioxidante em corredores moderadamente treinados.

Nessa perspectiva, quando analisamos o delta variação entre os tratamentos, os dados não mostraram diferença estatística em nenhuma das análises realizadas, indicando que a suplementação aguda com a cajuína não apresentou efeitos sobre o sistema imunológico após o exercício *time trial*. Esses resultados não apoiam nossa hipótese e difere de outros achados em que a suplementação com suco do caju mostrou um efeito positivo no sistema imune por meio do aumento na contagem de leucócitos após o exercício físico (Prasertsri et al., 2019). No entanto, vale ressaltar que Prasertsri et al. (2019) utilizaram uma suplementação repetida de longo prazo com suco de caju, ou seja, parece que uma dose única com cajuína não é possível mostrar os efeitos deste produto sobre o sistema imune quando suplementada duas horas antes do exercício.

Além disso, em relação aos valores de delta variação entre os tratamentos para os marcadores ácido úrico, albumina e MDA nenhuma diferença estatística foi observada, indicando que a cajuína não aumentou a capacidade antioxidante e não diminuiu a peroxidação lipídica. De fato, visto que haja uma relação entre as alterações no sistema imune e o aumento do estresse oxidativo associado à prática de exercício físico (Gunzer et al., 2012; Jafari, 2014), esses resultados também não corroboram os achados de Prasertsri et al., (2019), os quais mostraram concentrações plasmáticas de MDA significativamente mais baixas após o exercício físico em sujeitos treinados que suplementaram por quatro semanas com suco do caju.

Embora a cajuína tenha mostrado efeito antioxidante *in vitro* (Melo Cavalcante, 2003), os achados do presente estudo não sustentam tais efeitos em corredores. Esses resultados podem ser decorrentes do exercício proposto (i.e. Tt10km) para determinado grupo amostral. A explicação envolve o mecanismo de adaptação decorrente do aumento da atividade antioxidante endógena (Ramel, 2004). Portanto, devido aos indivíduos do presente estudo serem corredores e realizarem comumente 10km em suas rotinas de treino, o exercício proposto não foi capaz de induzir ao estresse oxidativo. Assim, para esta população estudada e submetida a essa configuração de exercício físico não foi possível mostrar os efeitos antioxidantes e imunológicos da cajuína. Neste sentido, sugere-se que estudos futuros possam investigar os efeitos repetidos de longo prazo da cajuína sobre o sistema imune e balanço redox em sujeitos destreinados submetidos à prática de exercício físico.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que suplementação aguda com cajuína parece não alterar a contagem de leucócitos, plaquetas, marcadores antioxidantes não enzimáticos e de peroxidação lipídica em corredores moderadamente treinados submetidos a um time trial simulado de 10km.

## REFERENCIAS

- Adewoyin, A. S., & Nwogoh, B. (2014). Peripheral blood film - a review. *Annals of Ibadan postgraduate medicine*, 12(2), 71–79.
- Akdoğan, M., Ustundag-Budak, Y., & Huysal, K. (2016). The association of hematologic inflammatory markers with atherogenic index in type 2 diabetic retinopathy patients. *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 10, 1797–1801. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S110749>
- Astorino, T. A., Cottrell, T., Talhami Lozano, A., Aburto-Pratt, K., & Duhon, J. (2012). Effect of caffeine on RPE and perceptions of pain, arousal, and pleasure/displeasure during a cycling time trial in endurance trained and active men. *Physiology & Behavior*, 106(2), 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.02.006>
- Banerjee, A. K., Mandal, A., Chanda, D., & Chakraborti, S. ([s.d.]). Oxidant, antioxidant and physical exercise. 6.
- Boukelia, B., Gomes, E. C., & Florida-James, G. D. (2018). Diurnal Variation in Physiological and Immune Responses to Endurance Sport in Highly Trained Runners in a Hot and Humid Environment. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2018/3402143>
- Carr, A., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and Immune Function. *Nutrients*, 9(11), 1211. <https://doi.org/10.3390/nu9111211>
- Cerqueira, D. S., & Albinati, F. L. ([s.d.]). APR OVEITAMENTO DO PSEUDO FRUTO DO CAJU, APÓS O DESCASTANHAMENTO, PAR A PR ODUÇÃO DE CAJUÍNA. 5.
- Comar, S. R., Danchura, H. S. M., & Silva, P. H. (2009). Contagem de plaquetas: Avaliação de metodologias manuais e aplicação na rotina laboratorial. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 31(6), 431–436. <https://doi.org/10.1590/S1516-84842009005000087>
- Cooper, C. E., Vollaard, N. B. J., Choueiri, T., & Wilson, M. T. (2002). Exercise, free radicals and oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*, 30, 6.
- da Silveira Vasconcelos, M., Gomes-Rochette, N. F., de Oliveira, M. L. M., Nunes-Pinheiro, D. C. S., Tomé, A. R., Maia de Sousa, F. Y., Pinheiro, F. G. M., Moura, C. F. H., Miranda, M. R. A., Mota, E. F., & de Melo, D. F. (2015). Anti-inflammatory and wound healing potential of cashew apple juice ( *Anacardium*

- occidentale L.) in mice. *Experimental Biology and Medicine*, 240(12), 1648–1655. <https://doi.org/10.1177/1535370215576299>.
- de Lima Tavares Toscano, L., Silva, A. S., de França, A. C. L., de Sousa, B. R. V., de Almeida Filho, E. J. B., da Silveira Costa, M., Marques, A. T. B., da Silva, D. F., de Farias Sena, K., Cerqueira, G. S., & da Conceição Rodrigues Gonçalves, M. (2020). 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*, 59(7), 2997–3007. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02139-6>
- Doma, K., Gahreman, D., & Connor, J. (2020). Fruit supplementation reduces indices of exercise-induced muscle damage: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1775895>
- Gunzer, W., Konrad, M., & Pail, E. (2012). Exercise-Induced Immunodepression in Endurance Athletes and Nutritional Intervention with Carbohydrate, Protein and Fat—What Is Possible, What Is Not? *Nutrients*, 4(9), 1187–1212. <https://doi.org/10.3390/nu4091187>
- Halliwell, B. (2011). Free radicals and antioxidants – quo vadis? *Trends in Pharmacological Sciences*, 32(3), 125–130. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2010.12.002>
- Jafari, H. ([s.d.]). The effects of repeated sessions of exercise on immune cells and cortisol in female athletes. 6.
- Kaewbutra, S., Wattanathorn, J., Thukham-mee, W., Muchimapura, S., & Tong-Un, T. (2016). Cashew Apple Juice Improves Physical Fitness and Oxidative Stress Status in the Middle-Aged and Elderly Volunteers. 99, 12.
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery: A Conceptual Model. *Sports Medicine*, 26(1), 1–16. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
- Lima, E. S., Silva, E. G. D., Moita Neto, J. M., & Moita, G. C. (2007a). Redução de vitamina C em suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) industrializado e cajuína. *Química Nova*, 30(5), 1143–1146. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000500017>
- Lima, E. S., Silva, E. G. D., Moita Neto, J. M., & Moita, G. C. (2007b). Redução de vitamina C em suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) industrializado e

cajuína. *Química Nova*, 30(5), 1143–1146. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000500017>

- Melo Cavalcante, A. A., Rubensam, G., Picada, J. N., Gomes da Silva, E., Fonseca Moreira, J. C., & Henriques, J. A. P. (2003). Mutagenicity, antioxidant potential, and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice and cajuina. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 41(5), 360–369. <https://doi.org/10.1002/em.10158>
- Morgado, J. P., Monteiro, C. P., Teles, J., Reis, J. F., Matias, C., Seixas, M. T., Alvim, M. G., Bourbon, M., Laires, M. J., & Alves, F. (2016). Immune cell changes in response to a swimming training session during a 24-h recovery period. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(5), 476–483. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0488>
- Ogonovszky, H., Sasvári, M., Dosek, A., Berkes, I., Kaneko, T., Tahara, S., Nakamoto, H., Goto, S., & Radák, Z. (2005). The Effects of Moderate, Strenuous, and Overtraining on Oxidative Stress Markers and DNA Repair in Rat Liver. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(2), 186–195. <https://doi.org/10.1139/h05-114>
- Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, 95(2), 351–358. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(79\)90738-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(79)90738-3)
- Oliveira, N. N., Mothé, C. G., Mothé, M. G., & de Oliveira, L. G. (2020). Cashew nut and cashew apple: A scientific and technological monitoring worldwide review. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 12–21. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04051-7>
- Osiecki, R., Rubio, T. B. G., Coelho, R. L., Novack, L. F., Conde, J. H. S., Alves, G., & Malfatti, C. R. M. ([s.d.]). The Total Quality Recovery Scale (TQR) as a Proxy for Determining Athletes' Recovery State after a Professional Soccer Match. 7.
- Prasertsri, P., Roengrit, T., Kanpetta, Y., Tong-un, T., Muchimapura, S., Wattanathorn, J., & Leelayuwat, N. (2013). Cashew apple juice supplementation enhanced fat utilization during high-intensity exercise in trained and untrained men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 13. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-13>
- Prasertsri, P., Roengrit, T., Kanpetta, Y., Tong-un, T., Muchimapura, S., Wattanathorn, J., & Leelayuwat, N. (2019). Cashew apple juice supplementation enhances leukocyte count by reducing oxidative stress after high-intensity exercise in

- trained and untrained men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0299-2>
- Ramel, A. (2004). Correlations between plasma noradrenaline concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in men. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), e22–e22. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.007666>
- Rosenfeld, L. G., Malta, D. C., Szwarcwald, C. L., Bacal, N. S., Cuder, M. A. M., Pereira, C. A., Figueiredo, A. W., Silva, A. G. da, Machado, Í. E., Silva, W. A. da, Vecina Neto, G., & Silva Júnior, J. B. da. (2019). Valores de referência para exames laboratoriais de hemograma da população adulta brasileira: Pesquisa Nacional de Saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 22(suppl 2), E190003.SUPL.2. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190003.supl.2>
- Saygin, O., Karacabey, K., Ozmerdivenli, R., Zorba, E., Ilhan, F., & Bulut, V. (2006). Effect of chronic exercise on immunoglobulin, complement and leukocyte types in volleyball players and athletes. 7.
- Simpson, R. J., Kunz, H., Agha, N., & Graff, R. (2015). Exercise and the Regulation of Immune Functions. In *Progress in Molecular Biology and Translational Science* (Vol. 135, p. 355–380). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.08.001>
- Stalmach, A., Edwards, C. A., Wightman, J. D., & Crozier, A. (2012). Gastrointestinal stability and bioavailability of (poly)phenolic compounds following ingestion of Concord grape juice by humans. *Molecular Nutrition & Food Research*, 56(3), 497–509. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100566>
- Walczak–Jedrzejowska, R., Wolski, J. K., & Slowikowska–Hilczer, J. (2013). The role of oxidative stress and antioxidants in male fertility. *Central European Journal of Urology*, 65, 60–67. <https://doi.org/10.5173/ceju.2013.01.art19>

**7 ARTIGO 2:****PÁGINA DE TÍTULO**

**TÍTULO:** Efeito da cajuína (*Anacardium occidentale* L.) em respostas perceptuais e subjetivas durante um time trial de 10km em corredores recreacionais.

**TÍTULO CURTO:** Os efeitos da cajuína em variáveis psicobiológicas

**AUTORES:** Luiz José Frota Solon Junior<sup>1\*</sup>, Luiz Vieira da Silva Neto<sup>2</sup>.

**AFILIAÇÕES:** <sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Sobral-Ceará, Brasil; <sup>2</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências da Saúde, Sobral, Ceará, Brasil.

**\*AUTOR CORRESPONDENTE:** Luiz J. F. SOLON JÚNIOR, Universidade Federal do Ceará, Sobral, Ceará, Brasil. E-mail: sluis424@gmail.com.

**PERIÓDICO:** Physiology & Behavior

**ÁREA:** BIOTECNOLOGIA

**QUALIS ANTIGO:** B1

**NOVO QUALIS GERAL:** A2

**ISSN:** 0031-9384

**FATOR DE IMPACTO:** 2.826

## Resumo

Foi reportado que suplementações contendo quercetina e, principalmente, carboidrato (CHO) poderiam alterar a percepção do esforço, prazer/desprazer, excitação, sensação de fadiga mental e o estado de humor durante o exercício. O objetivo principal deste estudo foi examinar os efeitos da cajuína, um produto rico em CHO e quercetina, na avaliação do esforço percebido (PSE), no humor, fadiga mental subjetiva e nas percepções de excitação e prazer/desprazer durante um time trial simulado de corrida. Homens corredores (idade  $32\pm 9,2$  anos; altura  $1,71\pm 0,06$ ; peso  $70,94\pm 8,09$ ; IMC  $24,17\pm 1,74$ ) completaram inicialmente uma sessão de familiarização e, posteriormente, dois ensaios com um time trial de 10km (Tt10km) precedidos (duas horas antes) pela ingestão de 550 ml de bebidas contendo cajuína ou placebo. Os tratamentos foram ingeridos usando um desenho duplo-cego, cruzado, e os participantes foram enganados quanto ao conteúdo de todas as bebidas. Durante o exercício (a cada duas milhas), PSE (escala 6-20), excitação (Escala 0-6) e prazer/desprazer (-5 a +5) foram registrados usando várias escalas categóricas. Antes e após o Tt10km, o humor (BRUMS), fadiga mental subjetiva (FM) e motivação também foram registrados. Além disso, antes de ingerir a suplementação e após o exercício, a glicose sanguínea dos atletas foram avaliadas. A ANOVA two-way de medidas repetidas com teste post hoc de Bonferroni foi usada para examinar efeito de interação condição x tempo para as variáveis perceptivas. Análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para comparar o tempo do Tt10km. Os achados não revelaram nenhuma alteração significativa para o tempo do Tt10km ( $F_{1,8}=4.203$ ,  $p=0.074$ ,  $\eta^2=0.344$ ). Para as variáveis perceptivas coletadas antes, durante e após o exercício, também não existiu nenhuma diferença entre os tratamentos em todas análises realizadas ( $p > 0.05$ ). No entanto, a PSE e o prazer aumentaram e diminuíram, respectivamente, ao longo do percurso. Em resumo, conclui-se que a suplementação aguda com cajuína não apresentou efeitos sobre variáveis perceptivas e humor; porém esse produto parece ter um efeito benéfico no desempenho de endurance.

## 1. Introdução

O efeito ergogênico da ingestão de carboidratos (CHO) durante o exercício de endurance tem sido investigado tanto em aspectos fisiológicos como perceptivos (Ali et al., 2017). A avaliação de esforço percebido (PSE) tem sido amplamente estudada (Ali et al., 2017; Duckworth et al., 2013), e os achados têm mostrado que a ingestão de CHO parece atenuar a PSE por aumentar os níveis de glicose no sangue e, conseqüentemente, permitir taxas mais rápidas de oxidação de CHO (Duckworth et al., 2013). No entanto, a suplementação com CHO também parece estar relacionados à redução da percepção do esforço por meio de mecanismos centrais através de um aumento da atividade dopaminérgica na região frontal (Backhouse et al., 2007; Chambers et al., 2009; Pottier et al., 2010).

Estudos também têm investigado os efeitos do CHO em outras variáveis perceptivas (Ali et al., 2017; Duckworth et al., 2013), como a escala de excitação (FAS) e escala afetiva de sentimento (FS). A FS avalia o prazer e desprazer que os indivíduos estão sentindo durante o exercício (Hardy & Rejeski, 1989), e a FAS avalia o nível percebido de excitação/ativação dos sujeitos (Svebak & Murgatroyd, 1985). Achados anteriores mostraram que a suplementação com CHO proporcionou classificações mais altas de FS durante ciclismo prolongado (Backhouse et al., 2005). Além disso, Backhouse et al., (2005) também relataram que a ingestão de CHO aumentou a excitação dos sujeitos.

O perfil de estado de humor (BRUMS) é um teste de avaliação de humor comumente avaliado na prática esportiva (Rohlf's et al., 2008) e, a suplementação com CHO, também parece proporcionar alterações no humor por meio da atenuação da fadiga e tensão (Kreider et al., 1995). Soluções com densidades energética que tenham CHO, parecem melhorar variáveis perceptivas por meio da ativação de áreas cerebrais associada com o humor (Backhouse et al., 2007; Chambers et al., 2009).

Assim como o carboidrato, outros suplementos ricos em flavonóides têm se mostrado eficiente para o humor (Jäger & Saaby, 2011). Existem diversos tipos de flavonóides, no entanto, a quercetina é flavonol mais difundido e importante nos alimentos (Erdman et al., 2007). Foi postulado que a suplementação com quercetina atuaria como antagonista nos receptores de adenosina A1 (Alexander, 2006) e, conseqüentemente, poderia atenuar a PSE durante o exercício de endurance (Utter et al., 2009). Além disso, estudos prévios também mostraram o efeito da suplementação

repetida de longo prazo com quercetina no desempenho em exercício de endurance (Pelletier et al., 2013).

De fato, a utilização de suplementos esportivos contendo CHO e quercetina já é algo bem estabelecido na prática esportiva e tem sido amplamente estudado devido aos seus possíveis efeitos ergogênicos em aspectos perceptivos durante o exercício e pela sua praticidade no consumo (Ali et al., 2017; Duckworth et al., 2013; Utter et al., 2009). No entanto, poucos pesquisadores buscaram investigar os efeitos ergogênicos de alimentos ou sucos naturais que tenham CHO e quercetina em sua composição.

As últimas décadas têm sido marcadas pela descoberta de produtos naturais com atividade ergogênica semelhante aos suplementos esportivos. Nesse sentido, pesquisadores do esporte e exercício começaram a investigar os efeitos de produtos e sucos naturais, como suco de cereja (Howatson et al., 2010), suco de beterraba (Wightman et al., 2015), suco de groselha (Braakhuis et al., 2014), suco de uva (de Lima Tavares Toscano et al., 2020) e suco de caju (Kaewbutra et al., 2016). O caju (*Anacardium occidentale L.*) é um pseudofruto nativo do Brasil que tem sido amplamente distribuído em países tropicais (i.g. Tailândia, Vietnã e Índia) devido a sua potencialidade de aplicações e elevado poder econômico no setor industrial (Kaewbutra et al., 2016).

O caju tem sido amplamente investigado por apresentar excelentes propriedades, como vitamina C, ácidos orgânicos, minerais e CHO em sua composição (Oliveira et al., 2020). No contexto do exercício físico, estudos sugerem que a suplementação repetida de longo prazo com suco de caju parece ter efeitos positivos no desempenho físico (Kaewbutra et al., 2016; Prasertsri et al., 2013, 2019). No entanto, ainda não foi investigado os efeitos agudos desse suco.

A cajuína é uma bebida obtida por meio do suco do caju clarificado que tem em sua composição um bom teor de vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos como quercetina (Cerqueira & Albinati, 2020; Lima et al., 2007; Melo Cavalcante et al., 2003). Além disso, esse produto também é composto por CHO derivados diretamente da maçã do caju (Lima et al., 2007); no entanto, ainda não é conhecido se esse produto poderia apresentar efeitos agudos no desempenho físico.

Portanto, visto que a cajuína apresenta altas taxas de CHO e quercetina em sua composição (Lima et al., 2007; Melo Cavalcante et al., 2003), foi hipotetizado que esse produto poderia atenuar a PSE, fadiga mental subjetiva, melhorar o humor, e aumentar o

prazer, e excitação e motivação de atletas submetidos a um time trial simulado de 10km (Tt10km). Assim, o objetivo deste estudo foi verificar se a suplementação com cajuína influenciaria no esforço percebido, afeto, excitação, fadiga mental, motivação e humor durante um Tt10km em atletas corredores.

## **2. Materiais e métodos**

### *2.1. Participantes*

Este estudo foi parte de uma investigação maior que examinou os efeitos da ingestão de cajuína (Solon et al., 2021) e os dados perceptivos e de humor são apresentados aqui. Participaram do estudo nove homens corredores adultos (idade  $32\pm 9,2$  anos; altura  $1,71\pm 0,06$ ; peso  $70,94\pm 8,09$ ; IMC  $24,17\pm 1,74$ ) do sexo masculino que competiam em eventos (nacionais e estaduais) de corrida. Durante o estudo, apenas um sujeito foi excluído devido a uma lesão musculotendínea.

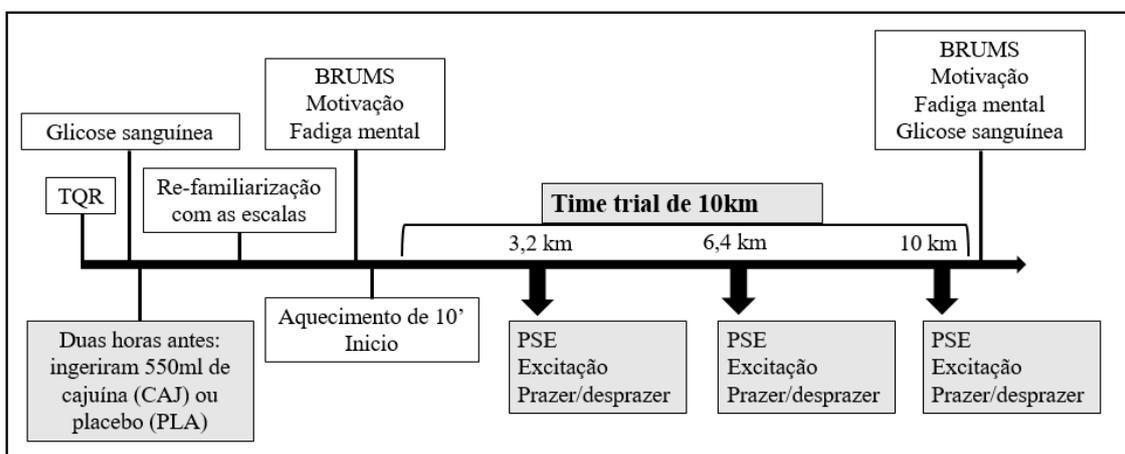
Os nove atletas realizavam  $3,9\pm 1,9$  treinos por semana com duração de  $53,0\pm 16,9$  minutos/dia nos últimos dois anos. Os seguintes critérios de inclusão foram aplicados: a) ausência de qualquer condição inflamatória; b) não estar usando nenhum suplemento nutricional por pelo menos 3 meses, mas também durante este estudo; c) não fumantes ou bebedores; d) praticando a modalidade há pelo menos dois anos; e) estar participando de competições; e f) realizar os 10km em menos de 60 minutos. Os critérios de exclusão foram: a) estarem consumindo regularmente o caju ou algum subproduto e b) não descansarem 48 horas antes das intervenções agendadas. Eles preencheram um questionário de história de saúde para garantir que cumprissem todos os critérios de inclusão e deram o consentimento informado antes do estudo, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual Vale do Acaraú (protocolo: 3.685.729).

### *2.2. Desenho experimental*

Para este estudo foi utilizado um desenho experimental com delineamento randomizado, cruzado, duplo-cego controlado por placebo. Os atletas foram solicitados a se absterem de exercícios intensos por 48 h e não ingerirem café seis horas antes dos experimentos. Após a chegada, foi verificada a escala de recuperação (Total Quality Recovery - TQR) (Osieck et al. 2015; Kenttä & Hassmén, 1998) como medida subjetiva pré experimento. Os sujeitos participaram de três visitas, no entanto, em duas visitas

foram realizadas os procedimentos experimentais. Na primeira intervenção, houve a familiarização com as escalas e a explicação e de todos os procedimentos experimentais. Visto que os atletas realizavam comumente em suas rotinas de treino os 10km e eram familiarizado com o local onde ocorreu a corrida, não houve necessidade de uma visita de familiarização com 10km.

Os sujeitos participaram de duas sessões experimentais: os atletas ingeriram duas horas antes do exercício (10km) 550ml de cajuína (CAJ) ou placebo (PLA). Vale ressaltar que, em ambos os ensaios, a glicose sanguínea dos atletas foi avaliada antes de ingerir a suplementação e logo após o time trial simulado. Antes de cada time trial, os participantes foram re-familiarizados com todas as escalas e, em seguida, tiveram que realizar um aquecimento padrão de 10 minutos (Astorino et al., 2012).



**Figura 3.** Desenho do estudo. TQR = Total Quality Recovery.

O estudo foi concluído dentro de duas semanas, com período de “wash out” de uma semana entre as sessões experimentais. Todas os ensaios ocorreram em ambiente aberto, o que torna o estudo mais ecológico, e o exercício foi realizado sempre no mesmo horário do dia; portanto, condições temporais como a temperatura, vento e umidade não foram controladas. Respostas perceptivas como PSE (Borg, 1972), prazer/desprazer (Hardy & Rejeski, 1989) e excitação (Svebak & Murgatroyd, 1985), foram medidas a cada 3,2 km (duas milhas) durante o Tt10km, enquanto BRUMS (Rohlfis et al., 2008), motivação (Salam et al., 2018), e sensação de fadiga mental (Franco-Alvarenga et al., 2019) foram obtidas antes e depois do Tt10km. Após o último ensaio, os participantes foram convidados a identificar quaisquer diferenças entre as coletas e procedimentos.

### *2.3. Monitorização do estado de exercício e da ingestão alimentar*

Com base em estudos anteriores (Astorino et al., 2012; de Lima Tavares Toscano et al., 2020) e medida de controle do estudo, os corredores foram instruídos a responderem um registro alimentar de 24 horas. Essa alimentação foi avaliada pelos pesquisadores e especialistas na área e, em seguida, foram fotocopiados e devolvidos aos participantes para que eles seguissem a mesma dieta no dia anterior a cada ensaio. Antes de cada sessão, os sujeitos jejuaram por 3 horas de alimento, 2 horas de água ad libitum e se abstiveram de exercício intenso nas últimas 48 horas antes de cada ensaio. Vale ressaltar que os atletas foram instruídos a não consumirem qualquer outro alimento após o almoço. Os corredores também responderam um registro para monitorar o treinamento atual e, posteriormente, foram solicitados que mantivessem o volume e intensidade do treinamento durante as 3 semanas de estudo.

### *2.4. Ingestão de cajuína e placebo*

O grupo cajuína utilizou um produto comercialmente industrializado (cajuína nordestina), cuja composição nutricional do produto era em uma porção de 100ml apresenta cerca de: 45 kcal; 11g de carboidratos (11% de CHO); 0,8g de proteínas; 0g de gordura; 1,5g fibras; 25mg sódio (Lima et al., 2007). Estudos de revisão propõem um ingestão de 30 a 60 gramas de carboidrato 1 a 4 horas antes da competição/evento que tenham durações menores que 2,5 horas (Vitale & Getzin, 2019). Dessa forma, baseando-se nas diretrizes dietéticas recomendadas para a ingestão de CHO e na quantidade de CHO presente na cajuína (11g para cada 100ml), os atletas ingeriram 550 ml de cajuína, ou seja, 60 g de CHO derivados do produto duas horas antes do Tt10 km. Vale ressaltar também que a ingestão 2 horas antes do protocolo de exercício aumenta a biodisponibilidade dos compostos polifenólicos presentes da bebida experimental (Stalmach et al., 2012); de tal modo, esses flavonóides podem apresentar efeitos sobre o cérebro (Jäger & Saaby, 2011; Meeusen & Decroix, 2018) e, conseqüentemente, em variáveis perceptivas e no humor (Jäger & Saaby, 2011; Utter et al., 2009). Prevalece avisar que a cajuína, a qual foi armazenada em local com temperatura controlada, foi adquirida apenas um único lote, pois existem diferença na composição nutricional em cajuínas de lotes e marcas diferentes (Cerqueira & Albinati, 2020; Nascimento et al., 2003; Sousa et al., 2018). As soluções de placebo tinham cheiro correspondentes e continham 0% de CHO e adoçantes artificiais (aspartame), assim como proposto em

outro estudo (Ali et al., 2017). Os conteúdos de ambos os tratamentos foram administrados em recipientes opacos e com bico dosador. Além disso, os sujeitos não sabiam qual produto estavam ingerindo, então, eles acreditavam que estavam ingerindo duas suplementações de sucos diferentes.

## 2.5. *Mensurações e instrumentos*

### 2.5.1. Percepção subjetiva do esforço (PSE)

A PSE foi obtida por meio de uma escala Borg de 15 pontos (Borg, 1972). Os participantes foram convidados a relatar a PSE a cada 3,2 km e no final do Tt10km. As instruções para a escala de PSE foram padronizadas de acordo com os procedimentos descritos anteriormente, para quantificar e avaliar a sensação consciente de quão dura, pesada e extenuante era o Tt10km (Pageaux et al., 2015).

### 2.5.2. Felt Arousal Scale (FAS)

“*Felt Arousal Scale*” é uma escala utilizada para medir excitação (Svebak & Murgatroyd, 1985). Esta é uma escala de seis itens que variam de 1 (baixa excitação) a 6 (alta excitação), logo, os sujeitos foram convidados a relatar como se sentiam a cada 3,2 km no final do exercício de cada ensaio. Estas instruções foram lidas para cada participante: “estimar o quão excitado você realmente se sente.” Por "excitação" queremos dizer como "trabalhado". Você pode experimentar alta excitação em um das variedades de maneiras, por exemplo, como excitação ou ansiedade ou raiva. Baixa excitação também pode ser experimentada por você em um número de maneiras diferentes, por exemplo, como relaxamento ou tédio.

### 2.5.3. Prazer/desprazer (FS)

A “*Feeling Scale*” (FS) consiste em uma escala de item único de 11 pontos variando de +5 (muito bom) a 5 (muito ruim) que é usada para quantificar o prazer e o desprazer. Antes do exercício, era lido o seguinte texto desenvolvido por Hardy & Rejeski, 1989: “Durante o exercício, é comum experimentar mudanças de humor. Alguns indivíduos acham o exercício prazeroso; enquanto outros acham que é desagradável. Além disso, a sensação pode variar ao longo do tempo. Ou seja, pode-se sentir bem e mal várias vezes durante o exercício.” Os indivíduos foram solicitados a

relatarem seu prazer/desprazer a cada 3,2 km (equivalente a cada duas milhas), bem como imediatamente ao final do exercício.

#### 2.5.4. Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

O estado de humor foi avaliado antes e após Tt10km utilizando a Escala de Humor de Brunel (BRUMS), conforme descrito por Rohlfs et al., (2008) e adaptado de "Profile of Mood States" (Mcnair et al., 1971). A pergunta usada para avaliar o humor dos participantes antes e após o exercício foi: "Como você está se sentindo agora?" (Azevedo et al., 2016). Este procedimento foi adotado para evitar flutuações nos estados de humor, aumentando assim as capacidades preditivas do método (Marcora et al., 2009). O BRUMS contém 24 itens que podem variar de zero (nada) a quatro (extremamente) pontos cada. Além disso, estes itens da escala compõem as seis subescalas: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor. No entanto, semelhante a outros estudos que investigaram os efeitos de algumas suplementações no humor (Ali et al., 2017; Azevedo et al., 2016), o presente estudo apenas considerou as escalas de vigor, fadiga e tensão.

#### 2.5.5. Escala analógica visual (VAS) e Motivação

Assim, como proposto por estudo anteriores (Franco-Alvarenga et al., 2019), a sensação de fadiga mental foi avaliada por meio de uma escala analógica visual de 100 mm (VAS), então os corredores foram obrigados a responder: "Quão mentalmente cansado você se sente agora?" Usamos 0 (zero) como "nenhum" e 100 como fadiga mental "máxima". Este instrumento foi aplicado pré e imediatamente pós Tt10km.

A motivação foi avaliada por meio de uma escala analógica visual de 100 mm com dois descritores motivacionais opostos, ou seja, 0 (zero) como "nada motivado", e 100 como "extremamente motivado" (Salam et al., 2018). Esta escala também foi aplicada pré e pós Tt10km.

#### 2.4.6. Glicose sanguínea e coleta de sangue

Foram coletados 3 mL de sangue da veia cubital mediana antes dos atletas ingerirem a suplementação e logo após o exercício. Amostras de sangue venoso foram coletadas em um laboratório e, imediatamente, separadas e identificadas. Posteriormente, as concentrações de glicose sanguínea foram determinadas por meio do

glicosímetro com sangue venoso e foram inseridas nas tiras reativas do glicosímetro (Accu-Chek Active Roche® Diagnóstica Brasil).

## 2.6. *Análise estatísticas*

Todos os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão e analisados por meio do SPSS 26.0. Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para avaliar a normalidade e a homogeneidade das variâncias, respectivamente. A ANOVA two-way de medidas repetidas com teste post hoc de Bonferroni foi usada para examinar interação condição (cajuína x placebo) x tempo (pre-time trial x pos-time trial) para fadiga mental subjetiva e humor. O mesmo teste foi utilizado para analisar interação condição (cajuína x placebo) x tempo (3,2 km x 6,4 km x 9,8 km) para prazer/desprazer, PSE e excitação. A correção de Greenhouse-Geisser foi usada para explicar a suposição de esfericidade de variâncias desiguais entre os grupos. Como o Tt10km ocorreu em ambiente aberto, condições temporais (temperatura, umidade e vento) foram utilizadas como covariáveis para análise de covariância (ANCOVA) entre os tratamentos. Para verificar o impacto da variabilidade dos dados interindividuais, o BRUMS, VAS e motivação foram expressos como valores delta variação da condição pré e pós-exercício. Posteriormente, a comparação entre as escalas de vigor, tensão e fadiga, fadiga mental e motivação foi realizada também utilizando a ANCOVA. Vale ressaltar que a homogeneidade dos parâmetros de regressão foi realizada para verificar a existência da diferença do efeito das covariáveis sobre as variáveis dependentes de cada tratamento. A ANOVA de medidas repetidas com teste post hoc de Bonferroni foi utilizada para verificar diferenças entre os níveis de glicose sanguínea entre as condições e os tratamentos. Os valores de delta variação da glicose foram comparados pelo teste t pareado de Student. O tamanho do efeito para a razão F foi expresso em eta-quadrado parcial ( $\eta^2$ ). O  $\eta^2$  foi interpretado como sem efeito (0,000 a 0,003), pequeno (0,010 a 0,039), moderado (0,060 a 0,110), grande (0,140 a 0,200) (Cohen, 1988). As figuras foram confeccionadas no GraphPad.

## 3. Resultados

### 3.1. *Percepção subjetiva do esforço (PSE)*

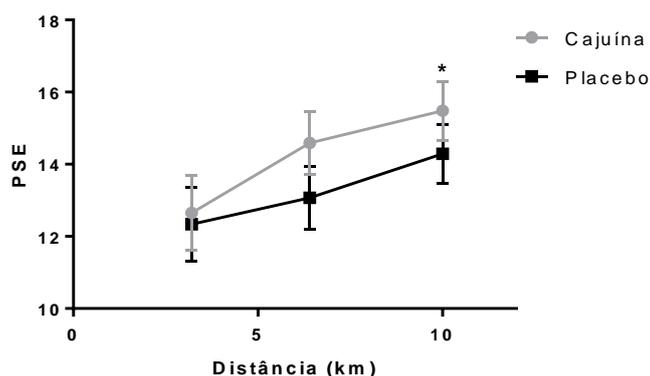
A análise de medidas repetidas (ver figura 4a) revelou um efeito principal para o aumento da PSE ao longo da distância ( $F_{2,16}=9.733$ ,  $p=0.002$ ,  $\eta^2=0.549$ ); no entanto, nenhum efeito interação de tratamento no tempo foi revelado ( $F_{2,16}=0.391$ ,  $p=0.68$ ,

$\eta^2=0.047$ ). O teste post hoc mostrou um efeito da distância entre os pontos 3.2 km e 10 km ( $p=0.026$ ) no grupo placebo e entre os pontos 6.4 km e 10km ( $p=0.049$ ) na condição cajuína. Para o efeito do tratamento, após a análise de covariância, não foi observado nenhuma diferença estatística da PSE entre os tratamentos nas distancias 3.2 km ( $F_{1,11}=0.039$ ,  $p=0.84$ ,  $\eta^2=0.004$ ), 6.4 km ( $F_{1,11}=1.257$ ,  $p=0.28$ ,  $\eta^2=0.103$ ) e 10 km (final) ( $F_{1,11}=0.91$ ,  $p=0.36$ ,  $\eta^2=0.077$ ).

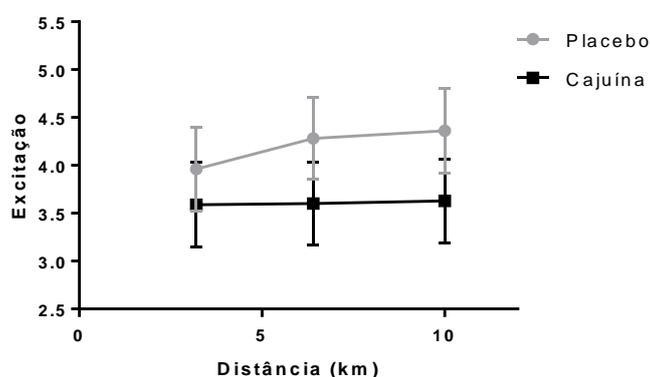
### 3.2. Felt Arousal Scale (FAS)

A excitação também não foi diferente entre os tratamentos nos pontos 3.2 km ( $F_{1,11}=0.308$ ,  $p=0.59$ ,  $\eta^2=0.027$ ), 6.4 km ( $F_{1,11}=1.062$ ,  $p=0.32$ ,  $\eta^2=0.088$ ) e 10 km ( $F_{1,11}=1.15$ ,  $p=0.30$ ,  $\eta^2=0.095$ ). Além disso, um efeito principal tempo ao longo da distância ( $F_{2,16}=0.743$ ,  $p=0.49$ ,  $\eta^2=0.085$ ) e efeito interação de tratamento no tempo ( $F_{2,16}=1.474$ ,  $p=0.25$ ,  $\eta^2=0.156$ ), não foram revelados (ver figura 4b).

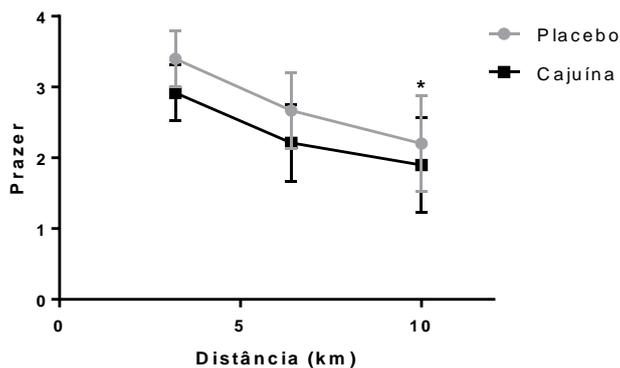
**a**



**b**



**c**



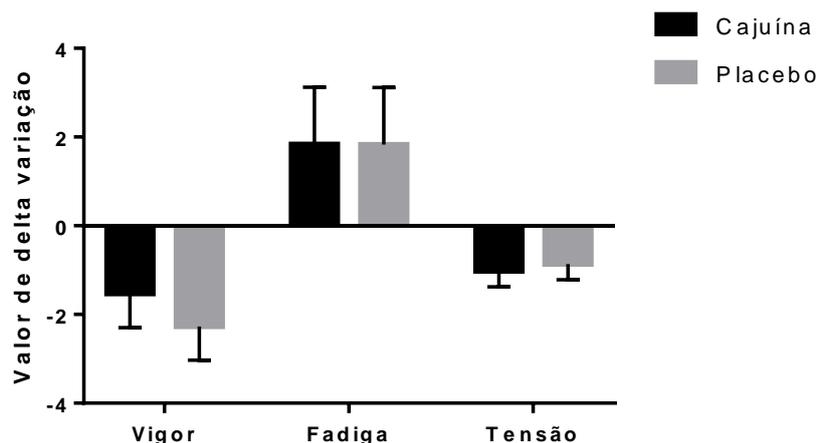
**Figura. 4.** 4a. Alterações na classificação do esforço percebido durante o time trial em resposta à ingestão de cajuína e placebo em corredores. \* $p < 0.05$  versus a distância 3.2km (placebo) e 6.4km (cajuína). 4b. Alterações na excitação durante o time trial em resposta à ingestão de cajuína e placebo em corredores. 4c. Alterações no prazer/desprazer durante o time trial em resposta à ingestão de cajuína e placebo em corredores. \* $p < 0.05$  versus a distância 3.2km em ambos os grupos.

### 3.3 Prazer/desprazer (FS)

Os dados sobre o efeito do tempo mostraram uma redução no prazer durante o time trial ( $F_{2,16}=6.437$ ,  $p=0.009$ ,  $\eta^2=0.446$ ); no entanto, nenhum efeito de interação de tratamento no tempo ( $F_{2,16}=0.452$ ,  $p=0.64$ ,  $\eta^2=0.053$ ) foi apresentado durante a análise (ver figura 4c). Quando comparado os tratamentos cajuína e placebo, nenhuma diferença estatística foi observada no prazer durante os pontos 3.2 km ( $F_{1,11}=0.625$ ,  $p=0.44$ ,  $\eta^2=0.054$ ), 6.4 km ( $F_{1,11}=0.315$ ,  $p=0.58$ ,  $\eta^2=0.028$ ) e 10 km ( $F_{1,11}=0.087$ ,  $p=0.77$ ,  $\eta^2=0.008$ ).

### 3.4 Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

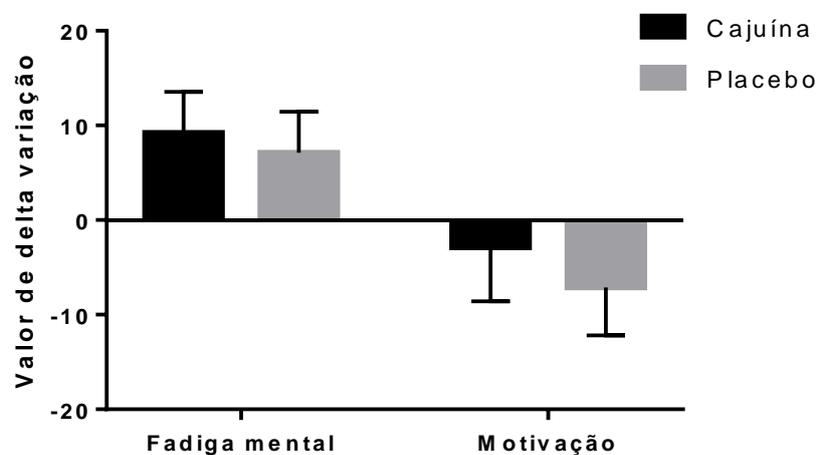
Após a comparação entre as escalas de vigor ( $9,78 \pm 3,59$  e  $10,22 \pm 2,99$  escores para placebo e cajuína, respectivamente), fadiga ( $1,11 \pm 1,45$  e  $1,89 \pm 2,93$  escores para placebo e cajuína, respectivamente) e tensão ( $1,33 \pm 1,73$  e  $1,22 \pm 1,30$  escores para placebo e cajuína, respectivamente) pré e pós exercício, os resultados não mostraram efeito da suplementação sobre as subescalas do humor ( $p > 0.05$ ). A análise de covariância dos valores delta variação revelaram que não houve diferenças significativas para a sensação de vigor ( $F_{1,11}=0.993$ ,  $p=0.34$ ,  $\eta^2=0.083$ ), fadiga ( $F_{1,11}=0.000$ ,  $p=0.99$ ,  $\eta^2=0.000$ ) e tensão ( $F_{1,11}=0.091$ ,  $p=0.76$ ,  $\eta^2=0.008$ ) entre as intervenções cajuína e placebo (figura 5).



**Figura 5.** Valores delta variação do vigor, fadiga e tensão durante as diferentes condições experimentais. Os valores são apresentados como média  $\pm$  DP.

### 3.5. Fadiga mental (VAS) e motivação

Para a motivação ( $F_{1,11}=0.235$ ,  $p=0.63$ ,  $\eta^2=0.021$ ) e a fadiga mental ( $F_{1,11}=0.100$ ,  $p=0.75$ ,  $\eta^2=0.009$ ), os dados não revelaram diferenças no escores de delta variação entre os tratamentos cajuína e placebo (figura 6).



**Figura 6.** Valores delta variação da fadiga mental e motivação durante as diferentes condições experimentais. Os valores são apresentados como média  $\pm$  DP.

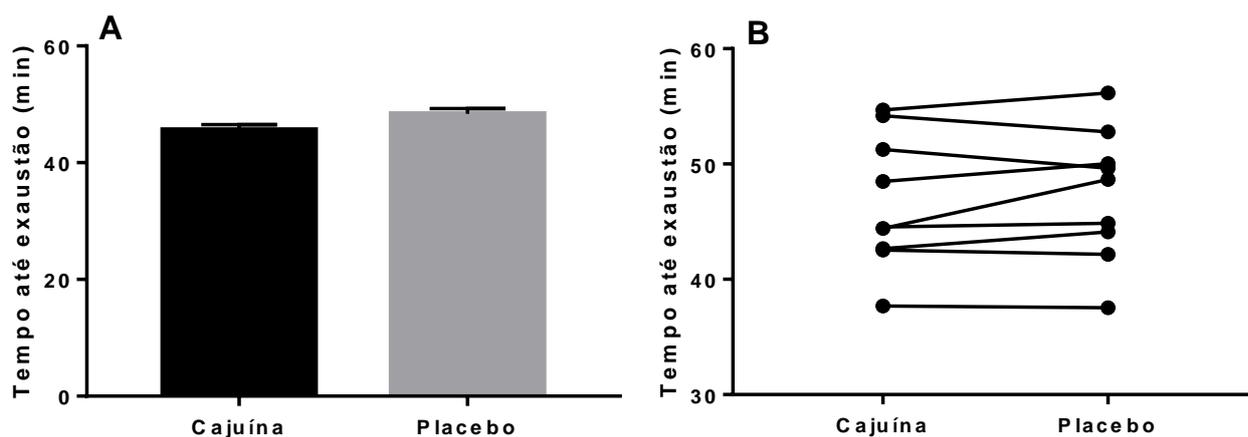
### 3.6. Glicose sanguínea

Após a ANOVA de medidas repetidas entre as condições pré suplementação cajuína ( $113,88 \pm 5,24$ ; IC 95% = 101,79 a 125,98), pré suplementação placebo ( $111,33 \pm 4,15$ ; IC 95% = 101,74 a 120,91), pós exercício cajuína ( $113,88 \pm 7,70$ ; IC 95% =

96,12 a 131,65) e pós exercício placebo ( $111,66 \pm 5,79$ ; IC 95% = 98,31 a 125,01), os resultados não revelaram diferenças estatísticas entre as comparações ( $F_{3,24}=0.070$ ,  $p=0.97$ ,  $\eta^2=0.009$ ). Os valores de delta variação mostraram um aumento de quase 2% na glicose sanguínea nas condições placebo e cajuína (1,69 e 1,97%, respectivamente); entretanto, após a comparação pelo teste t pareado, não foi observada nenhuma diferença estatística entre os ensaios ( $t = 0.041$ ;  $p = 0.96$ ;  $ESd = 0.02$ ).

### 3.7. Desempenho no time-trial

Embora o grupo cajuína ( $45,65 \pm 0,85$ ; IC 95% = 43,67 a 47,63) tenha mostrado uma redução de 5,68% no tempo em comparação ao grupo placebo ( $48,40 \pm 0,85$ ; IC 95% = 46,41 a 50,37), os dados (ver figura 6) de covariância (usando condições temporais, motivação e fadiga mental como covariáveis) não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ( $F_{1,8}=4.203$ ,  $p=0.074$ ,  $\eta^2=0.344$ ).



**Figura 7.** Efeitos da cajuína sobre tempo de execução (em minutos) no Tt10km. **A** Os valores são apresentados como média  $\pm$  DP e **B** mostra os resultados individuais do tempo de corrida absoluto de cada atleta em cada tratamento.

## 4. Discussão

A proposta deste trabalho foi analisar os efeitos da cajuína no humor e em respostas perceptivas de homens corredores submetidos a um time trial simulado de 10km. Os resultados mostram que a PSE e a FS aumentaram e diminuíram, respectivamente, ao longo da distância; no entanto, nenhuma diferença significativa foi observada na FAS do início ao fim do exercício. Diferente do que foi hipotetizado, os

achados não mostraram diferenças entre os tratamentos cajuína e placebo nestas variáveis perceptivas. Além disso, a pontuação do delta variação para as escalas (fadiga, vigor e tensão) de humor, fadiga mental e motivação, também não foi diferente entre os tratamentos.

No presente estudo, embora não tenha observado diferença significativa no tempo do Tt10km, os resultados mostram uma redução de 5,68% (com tamanho de efeito muito grande) no ensaio que os indivíduos ingeriram cajuína em comparação ao placebo. Embora a cajuína apresente altos valores de quercetina (Lima et al., 2007); os efeitos agudos desse produto não foi observado sobre o desempenho dos atletas. Estudos prévios sugerem que a suplementação com quercetina seja realizada de forma repetida a longo prazo para melhores efeitos no desempenho em exercício de endurance, especificamente em sujeitos não treinados (Pelletier et al., 2013). Portanto, visto que a suplementação com cajuína foi realizada com somente uma dose e em indivíduos treinados, os efeitos desse produto não foram observados em corredores durante um Tt10km.

De fato, visto que a cajuína também apresenta em sua composição altas taxas de CHO (Lima et al., 2007), esperava-se que esse produto tivesse efeito ergogênico por proporcionar uma economia de glicogênio muscular (Tsintzas & Williams, 1998), manutenção dos níveis de glicose no sangue (Coyle et al., 1986) e aumento na taxa de oxidação de CHO (Coyle et al., 1986). Todavia, parece que esses mecanismos da ingestão de CHO não se aplicam a exercícios com duração menor que 60 minutos (Carter et al., 2003). Além disso, outros achados sugerem que a suplementação com CHO após jejum noturno parece promover melhores efeitos no desempenho do que quando os sujeitos estão alimentados (Ali et al., 2017; Backhouse et al., 2007). Neste sentido, vale ressaltar que os indivíduos deste estudo comeram 5 horas antes do exercício e 3 horas antes de suplementarem com cajuína, ou seja, não estavam em privação de glicogênio muscular. Também é importante notar a relevância dos valores de glicose sanguínea ao discutir as respostas perceptivas.

Os dados mostraram que a PSE não foi diferente entre os tratamentos (tamanho de efeito pequeno a moderado), mas que aumentou durante o exercício. Esses dados corroboram outros achados, em que a PSE aumentou ao logo da distância, mas que a ingestão de CHO não teve efeito sobre a essa variável perceptiva durante o exercício (Ali et al., 2017). Pesquisas anteriores sugerem que uma solução glicosada, ao entrar em contato com a cavidade oral, parece estimular receptores na boca que estariam

associados a áreas do sistema de recompensa e liberação dopaminérgica (e.g., área tegmentar ventral e núcleo accumbens) e também outras áreas do cérebro envolvidas com a percepção do esforço (e.g., somatosensorial) (Backhouse et al., 2007; Chambers et al., 2009; Pottier et al., 2010).

Posteriormente, foi mostrado que a exposição oral a carboidratos também ativa regiões do córtex sensório-motor durante o exercício (Turner et al., 2014). Vale ressaltar que Turner et al., (2014) administraram as soluções de carboidratos enquanto os sujeitos realizavam uma tarefa motora, ou seja, parece que soluções glicosadas de CHO apresentam efeitos imediatos sobre a PSE. Nesse contexto, visto que a suplementação de cajuína foi administrada duas horas antes do Tt10km, os atletas não revelaram efeitos na PSE.

Utter et al., (2014) hipotetizaram que a suplementação com quercetina poderia atenuar a percepção do esforço durante o exercício prolongado. No entanto, assim como os nossos achados com cajuína, não foram revelados efeitos desse flavonoide na PSE no estudo de Utter et al., (2014). De fato, estudos *in vitro* mostram que a quercetina atua como antagonista dos receptores de adenosina A1 (Alexander, 2006); no entanto, Utter et al., (2014), explicaram que, em humanos, esse flavonóide sofre uma modificação química considerável durante a digestão e absorção. Neste sentido, isso explicaria a razão pela qual a suplementação aguda com cajuína não apresentou efeitos sobre a PSE.

Nossos resultados revelaram que o prazer (FS) reduziu significativamente ao longo do exercício. De fato, a literatura reporta que existe uma relação de dose-resposta entre a intensidade do exercício e a sensação afetiva (Ekkekakis et al., 2011). Assim, em exercícios como o time trial simulado, em que os sujeitos realizam em maior intensidade, o prazer é afetado negativamente ao longo da distância (Astorino et al., 2012). Além disso, foi visto que a suplementação com cajuína não alterou o prazer dos atletas. Pesquisadores propõem que as alterações no prazer durante o exercício prolongado (endurance) estariam associadas aos níveis elevados de glicose no sangue e redução do cortisol plasmáticos (Backhouse et al., 2007). No entanto, foi visto que não houve diferença nos níveis de glicose sanguínea entre os tratamentos.

Os achados mostraram que a excitação não alterou ao longo da distância e que não houve diferença entre os ensaios. Backhouse et al., (2007) investigaram o efeito da suplementação com CHO em homens treinados submetidos a 120 minutos de exercício após um jejum noturno. Os resultados desse estudo (Backhouse et al., 2007) mostrou que a excitação foi maior nos últimos 30 minutos de exercício no ensaio com CHO; porém a

suplementação com CHO permitiu que as concentrações de glicose plasmática fossem mantidas. Vale notar que Backhouse et al, (2007) suplementaram os sujeitos imediatamente antes e durante o exercício após um jejum noturno. Dessa forma, visto que a suplementação com cajuína foi realizada duas horas antes do exercício e sem um estado de redução de glicogênio, isso explicaria o motivo pelo qual a cajuína não influenciou na excitação dos sujeitos.

Quando analisamos os valores de delta variação da fadiga mental, motivação e das escalas de tensão, fadiga e vigor do BRUMS, não foram observados efeitos benéficos da cajuína. De fato, parece que a ingestão de CHO apresentaria efeitos positivos no humor, especificamente na manutenção do ‘vigor’ e na redução de ‘fadiga’ da condição pré ao pós exercício (Winnick et al., 2005). Todavia, parece que esse efeito ocorre quando o CHO é ingerido imediatamente antes do exercício (Ali et al., 2017). Embora tais explicações sejam apenas especulações, propõe-se que a suplementação com cajuína imediatamente antes do exercício apresentasse melhores efeitos sobre o humor.

Embora a aplicação combinada de PSE, FS, FAS, BRUMS, motivação e FM permitam uma avaliação ampla sobre medidas perceptivas durante um Tt10km simulado, sugere-se que estudos futuros aumentem o número de participantes, principalmente devido à sensibilidade dessas avaliações/medidas. Além disso, este é o primeiro estudo a verificar os efeitos da ingestão aguda com cajuína (*Anacardium occidentale L.*), o que significa que as comparações diretas com outros trabalhos não são possíveis. No entanto, tais resultados foram encontrados de acordo com a metodologia proposta; assim, torna-se importante investigar os efeitos da cajuína com outras abordagens (i.e. diferentes exercícios, ambientes laboratoriais controlados, administração da cajuína de forma crônica ou imediatamente antes e durante o exercício).

## 5. Conclusões

Em resumo, a suplementação aguda com cajuína não apresentou efeitos na percepção do esforço, no humor, afeto, excitação, motivação e fadiga mental, em corredores submetidos a um time trial simulado de 10km. No entanto, parece que esse produto é capaz de melhorar o desempenho no exercício de endurance.

## Referências

- Alexander, S. P. H. (2006). Flavonoids as antagonists at A1 adenosine receptors. *Phytotherapy Research*, 20(11), 1009–1012. <https://doi.org/10.1002/ptr.1975>
- Ali, A., Moss, C., Yoo, M. J. Y., Wilkinson, A., & Breier, B. H. (2017). Effect of mouth rinsing and ingestion of carbohydrate solutions on mood and perceptual responses during exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0161-8>
- Astorino, T. A., Cottrell, T., Talhami Lozano, A., Aburto-Pratt, K., & Duhon, J. (2012). Effect of caffeine on RPE and perceptions of pain, arousal, and pleasure/displeasure during a cycling time trial in endurance trained and active men. *Physiology & Behavior*, 106(2), 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.02.006>
- Azevedo, R., Silva-Cavalcante, M. D., Gualano, B., Lima-Silva, A. E., & Bertuzzi, R. (2016). Effects of caffeine ingestion on endurance performance in mentally fatigued individuals. *European Journal of Applied Physiology*, 116(11–12), 2293–2303. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3483-y>
- Backhouse, S. H., Bishop, N. C., Biddle, S. J., & Williams, C. (2005). Effect of carbohydrate and prolonged exercise on affect and perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(10), 1768–1773. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000181837.77380.80>
- Backhouse, S. H., Ali, A., Biddle, S. J. H., & Williams, C. (2007). Carbohydrate ingestion during prolonged high-intensity intermittent exercise: Impact on affect and perceived exertion: CHO ingestion improves perceived activation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(5), 605–610. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00613.x>
- Balsalobre-Fernández, C., Kuzdub, M., Poveda-Ortiz, P., & Campo-Vecino, J. del. (2016). Validity and Reliability of the PUSH Wearable Device to Measure Movement Velocity During the Back Squat Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1968–1974. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001284>
- Braakhuis, A. J., Hopkins, W. G., & Lowe, T. E. (2014). Effects of dietary antioxidants on training and performance in female runners. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 160–168. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.785597>
- Borg GA (1972) Perceived exertion: A note on history and methods. *Medicine and*

- Science in Sports and Exercise 5: 90–93.
- Carter, J., Jeukendrup, A. E., Mundel, T., & Jones, D. A. (2003). Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, *446*(2), 211–219. <https://doi.org/10.1007/s00424-003-1020-4>
- Cerqueira, D. S., & Albinati, F. L. ([s.d.]). *APR OVEITAMENTO DO PSEUDO FRUTO DO CAJU, APÓS O DESCASTANHAMENTO, PARA A PRODUÇÃO DE CAJUÍNA*. 5.
- Chambers, E. S., Bridge, M. W., & Jones, D. A. (2009). Carbohydrate sensing in the human mouth: Effects on exercise performance and brain activity: Oral carbohydrate and exercise performance. *The Journal of Physiology*, *587*(8), 1779–1794. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.164285>
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hemmert, M. K., & Ivy, J. L. (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *Journal of Applied Physiology*, *61*(1), 165–172. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.61.1.165>
- de Lima Tavares Toscano, L., Silva, A. S., de França, A. C. L., de Sousa, B. R. V., de Almeida Filho, E. J. B., da Silveira Costa, M., Marques, A. T. B., da Silva, D. F., de Farias Sena, K., Cerqueira, G. S., & da Conceição Rodrigues Gonçalves, M. (2020). 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*, *59*(7), 2997–3007. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02139-6>
- Duckworth, L. C., Backhouse, S. H., & Stevenson, E. J. (2013). The effect of galactose ingestion on affect and perceived exertion in recreationally active females. *Appetite*, *71*, 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.08.009>
- Ekkekakis, P., Parfitt, G., & Petruzzello, S. J. (2011). The Pleasure and Displeasure People Feel When they Exercise at Different Intensities: Decennial Update and Progress towards a Tripartite Rationale for Exercise Intensity Prescription. *Sports Medicine*, *41*(8), 641–671. <https://doi.org/10.2165/11590680-000000000-00000>
- Erdman, J. W., Balentine, D., Arab, L., Beecher, G., Dwyer, J. T., Folts, J., Harnly, J., Hollman, P., Keen, C. L., Mazza, G., Messina, M., Scalbert, A., Vita, J., Williamson, G., & Burrowes, J. (2007). Flavonoids and Heart Health:

- Proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop, May 31–June 1, 2005, Washington, DC. *The Journal of Nutrition*, 137(3), 718S-737S. <https://doi.org/10.1093/jn/137.3.718S>
- Franco-Alvarenga, P. E., Brietzke, C., Canestri, R., Goethel, M. F., Hettinga, F., Santos, T. M., & Pires, F. O. (2019). Caffeine improved cycling trial performance in mentally fatigued cyclists, regardless of alterations in prefrontal cortex activation. *Physiology & Behavior*, 204, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.02.009>
- Hardy, C. J., & Rejeski, W. J. (1989). Not What, but How One Feels: The Measurement of Affect during Exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(3), 304–317. <https://doi.org/10.1123/jsep.11.3.304>
- Howatson, G., McHugh, M. P., Hill, J. A., Brouner, J., Jewell, A. P., Van Someren, K. A., Shave, R. E., & Howatson, S. A. (2010). Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running: Cherry juice supplementation and Marathon running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(6), 843–852. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01005.x>
- Jäger, A., & Saaby, L. (2011). Flavonoids and the CNS. *Molecules*, 16(2), 1471–1485. <https://doi.org/10.3390/molecules16021471>
- Kaewbutra, S., Wattanathorn, J., Thukham-mee, W., Muchimapura, S., & Tong-Un, T. (2016). *Cashew Apple Juice Improves Physical Fitness and Oxidative Stress Status in the Middle-Aged and Elderly Volunteers*. 99, 12.
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery: A Conceptual Model. *Sports Medicine*, 26(1), 1–16. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
- Kreider, R. B., Hill, D., Horton, G., Downes, M., Smith, S., & Anders, B. (1995). Effects of Carbohydrate Supplementation during Intense training on Dietary Patterns, Psychological Status, and Performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 5(2), 125–135. <https://doi.org/10.1123/ijasn.5.2.125>
- Lima, E. S., Silva, E. G. D., Moita Neto, J. M., & Moita, G. C. (2007). Redução de vitamina C em suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) industrializado e cajuína. *Química Nova*, 30(5), 1143–1146. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000500017>
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 857–864.

- <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>
- Meeusen, R., & Decroix, L. (2018). Nutritional Supplements and the Brain. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(2), 200–211. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0314>
- Melo Cavalcante, A. A., Rubensam, G., Picada, J. N., Gomes da Silva, E., Fonseca Moreira, J. C., & Henriques, J. A. P. (2003). Mutagenicity, antioxidant potential, and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice and cajuína. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 41(5), 360–369. <https://doi.org/10.1002/em.10158>
- McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. Manual for the profile of mood states. San Diego: Educational and Industrial Testing Services; 1971.
- Nascimento, R. F. do, Aquino, F. W. B. de, Amorim, A. G. N., & Prata, L. F. (2003). Avaliação do tratamento térmico na composição química e na qualidade da cajuína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(2), 217–221. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000200020>
- Nybo, L. (2003). CNS Fatigue and Prolonged Exercise: Effect of Glucose Supplementation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 589–594. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058433.85789.66>
- Oliveira, N. N., Mothé, C. G., Mothé, M. G., & de Oliveira, L. G. (2020). Cashew nut and cashew apple: A scientific and technological monitoring worldwide review. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 12–21. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04051-7>
- Pageaux, B., Marcora, S. M., Rozand, V., & Lepers, R. (2015). Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00067>
- Pelletier, D. M., Lacerte, G., & Goulet, E. D. B. (2013). Effects of Quercetin Supplementation on Endurance Performance and Maximal Oxygen Consumption: A Meta-Analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(1), 73–82. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.1.73>
- Pottier, A., Bouckaert, J., Gilis, W., Roels, T., & Derave, W. (2010). Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 105–111. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00868.x>

- Prasertsri, P., Roengrit, T., Kanpetta, Y., Tong-un, T., Muchimapura, S., Wattanathorn, J., & Leelayuwat, N. (2013). Cashew apple juice supplementation enhanced fat utilization during high-intensity exercise in trained and untrained men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *10*(1), 13. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-13>
- Prasertsri, P., Roengrit, T., Kanpetta, Y., Tong-un, T., Muchimapura, S., Wattanathorn, J., & Leelayuwat, N. (2019). Cashew apple juice supplementation enhances leukocyte count by reducing oxidative stress after high-intensity exercise in trained and untrained men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *16*(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0299-2>
- Rohlf, I. C. P. de M., Rotta, T. M., Luft, C. D. B., Andrade, A., Krebs, R. J., & Carvalho, T. de. (2008). A Escala de Humor de Brunel (Brums): Instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *14*(3), 176–181. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922008000300003>
- Salam, H., Marcora, S. M., & Hopker, J. G. (2018). The effect of mental fatigue on critical power during cycling exercise. *European Journal of Applied Physiology*, *118*(1), 85–92. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3747-1>
- Sousa, A. V. B. de, Rodrigues Júnior, F. das C., Santos, G. M. dos, Moreira-Araújo, R. S. do R., & Porto, R. G. C. L. (2018). DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA CAJUÍNA E DO MEL PRODUZIDOS NO ESTADO DO PIAUÍ - BRASIL. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente*, *6*(2), 21–32. <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2018v6n2p21-32>
- Stalmach, A., Edwards, C. A., Wightman, J. D., & Crozier, A. (2012). Gastrointestinal stability and bioavailability of (poly)phenolic compounds following ingestion of Concord grape juice by humans. *Molecular Nutrition & Food Research*, *56*(3), 497–509. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100566>
- Svebak, S., & Murgatroyd, S. ([s.d.]). *Metamotivational Dominance: A Multimethod Validation of Reversal Theory Constructs*. 10.
- Tsintzas, K., & Williams, C. (1998). Human Muscle Glycogen Metabolism During Exercise: Effect of Carbohydrate Supplementation. *Sports Medicine*, *25*(1), 7–23. <https://doi.org/10.2165/00007256-199825010-00002>
- Turner, C. E., Byblow, W. D., Stinear, C. M., & Gant, N. (2014). Carbohydrate in the

- mouth enhances activation of brain circuitry involved in motor performance and sensory perception. *Appetite*, 80, 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.05.020>
- Utter, A. C., Nieman, D. C., Kang, J., Dumke, C. L., Quindry, J. C., McAnulty, S. R., & McAnulty, L. S. (2009). Quercetin Does Not Affect Rating of Perceived Exertion in Athletes During the Western States Endurance Run. *Research in Sports Medicine*, 17(2), 71–83. <https://doi.org/10.1080/15438620902901474>
- Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1289. <https://doi.org/10.3390/nu11061289>
- Wightman, E. L., Haskell-Ramsay, C. F., Thompson, K. G., Blackwell, J. R., Winyard, P. G., Forster, J., Jones, A. M., & Kennedy, D. O. (2015). Dietary nitrate modulates cerebral blood flow parameters and cognitive performance in humans: A double-blind, placebo-controlled, crossover investigation. *Physiology & Behavior*, 149, 149–158. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.05.035>
- Winnick, J. J., Davis, J. M., Welsh, R. S., Carmichael, M. D., Murphy, E. A., & Blackmon, J. A. (2005). Carbohydrate Feedings during Team Sport Exercise Preserve Physical and CNS Function: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(2), 306–315. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000152803.35130.A4>

## 8. CONCLUSÃO GERAIS

- A suplementação aguda com cajuína parece ter efeito sobre o desempenho no exercício de endurance.
- Esse produto, o qual apresenta fácil acessibilidade para consumo e baixo custo, tem uma importância para o setor agroindustrial, econômico e cultural para a região nordeste.
- A suplementação aguda com cajuína parece não alterar a contagem de leucócitos, plaquetas, marcadores antioxidantes não enzimáticos e de peroxidação lipídica em corredores moderadamente treinados submetidos a um exercício time trial simulado de 10km.
- A suplementação aguda com cajuína não apresentou efeitos na percepção do esforço, no humor, afeto, excitação, motivação e fadiga mental, em corredores submetidos a um time trial simulado de 10km.

## REFERÊNCIAS

AGRA, M.F.; FRANÇA, P.F.; BARBOSA-FILHO, J.M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil, **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.17, n.1, p.114-140, 2007.

ABREU, F. A. P SILVA NETO, R. M.. Cajuína - Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2007. p. 59.

Ali, A1. Et al. Effect of mouth rinsing and ingestion of carbohydrate solutions on mood and perceptual responses during exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. V. 25, n. 14, 2017.

ARAÚJO, N. C. et al. Immune and Hormonal Response to High-intensity Exercise During Orienteering. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 12, p. 768–773, nov. 2019.

BANERJEE, A.K., et al. Oxidant, antioxidant and physical exercise. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v.253, n.1-2, p. 307-312, 2003.

BISHOP, N. C. et al. The effects of carbohydrate supplementation on immune responses to a soccer-specific exercise protocol. **Journal of Sports Sciences**, v. 17, n. 10, p. 787–796, jan. 1999.

CARTER, J.M., JEUKENDRUP, A.E., JONES, D.A. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 12 p. 2107-2111, 2004(b).

CHAMBERS, E.S., BRIDGE, M.W., JONES, D.A. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. **The Journal of Physiology**, v. 587, n.8, p. 1779-1794, 2009.

COOPER, C.E. et al. Exercise, free radicals and oxidative stress. **Biochemical Society Transactions**, v.30, n.2, p.280-285, 2002.

COSTA ROSA, L. F. P. B.; VAISBERG, M. W. Influências do exercício na resposta imune.

**Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 4, p. 167–172, ago. 2002.

DAVIS, L. et al. The effects of high walnut and cashew nut diets on the antioxidant status of subjects with metabolic syndrome. **European Journal of Nutrition**. V. 46, p. 155–64. 2007.

DELAVIER, F.; GUNDILL, M. 1ed. **Guia de suplementos alimentares para atletas**. Manole, 2007.

DHARAMVEER D, MISHRA B, SIDDIQUI HH. Pharmacognostical and phytochemical studies on *Anacardium occidentale* Linn. leaves. **Research Journal of Pharmacy and Technology**. V. 6: p. 75–79. 2013.

DUNN, WA. et al. Carnitine biosynthesis from gamma butyrobetaine and from exogenous protein-bound 6-N-trimethyl-L-lysine by the perfused guinea pig liver. Effect of ascorbate deficiency on the in situ activity of gamma-butyrobetaine hydroxylase. **Journal of Biological Chemistry**. V. 259. P. 10764–10770. 1984.

GUANZIROLI, C. E.; FILHO, H. M. S.; VALENTE JUNIOR, A.S. **Cadeia produtiva da castanha do caju: Estudo das relações de mercado**, banco do nordeste. 2009.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants – quo vadis? **Trends in Pharmacological Sciences**, v.32, n.3, p.125-130, 2011.

HARBERTSON, J.; SPAYD, S. Measuring phenolics in the winery. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, p. 280-288, 2006.

HE, F. ET AL. Redox Mechanism of Reactive Oxygen Species in Exercise. **Frontiers in physiology**, 7, 486 2016.

HOPPEL C. The role of carnitine in normal and altered fatty acid metabolism. **American Journal of Kidney Diseases**. v. 41; S4–S12. 2003.

HYLDAHL, R. D.; HUBAL, M. J. Lengthening our perspective: morphological, cellular, and

molecular responses to eccentric exercise. **Muscle & Nerve**. v. 49, n. 2, p. 155-70. 2014.

HOWATSON, G., et al. 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.

JEUKENDRUP AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. **Nutrition**. 20:669–77. 2004.

KAEWBUTRA, S. et al. Cashew apple juice improves physical fitness and oxidative stress status in the middle-aged and elderly volunteers. **Journal of the medical association of thailand**. V. 99(Suppl 5):S161–72. 2016.

KUBO, I. et al. Antioxidant activity of anacardic acids. **Food Chemistry**. v. 99(3). P. 555–62. 2006.

KURUTAS, E.B. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. **Nutrition Journal**. v.15. n.71. 2016

LIMA, E. S. et al., Redução de vitamina c em suco de caju (anacardium occidentale l.) industrializado e cajuína. **Química Nova**, V. 30, N. 5, p. 1143-1146. 2007

MELO CAVALCANTE, A. A. et al., Mutagenicity, antioxidant potential, and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (Anacardium occidentale) apple juice and cajuína. **Environmental and Molecular Mutagenesis**. v. 41, n. 5, p. 360-9, 2003.

MELO CAVALCANTE, A. A. et al. Antimutagenic activity of cashew apple (Anacardium occidentale Sapindales, Anacardiaceae) fresh juice and processed juice (cajuína) against methyl methanesulfonate, 4-nitroquinoline N-oxide and benzo[a]pyrene. **Genetics and Molecular Biology**. V 31: p.759–66. 2008

MELO-CAVALCANTE, A. A. et al., In vivo antigenotoxic and anticlastogenic effects of fresh and processed cashew (Anacardium occidentale) apple juices. **Journal of Medicinal Food**. v. 14, n. 7-8, p. 792-8. 2011.

OGONOVSKY, H., et al. The effects of moderate, strenuous, and overtraining on oxidative stress markers and DNA repair in rat liver. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.30, n.2, p.186-195, 2005.

OLIVEIRA, VH. Cashew crop. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 30: p. 1–3. 2008.

PEAKE, J. M. et al., Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. **Journal of Applied Physiology**. v. 122, n. 3, p. 559-570. 2017.

POPOVIC, L. M. et al., Influence of vitamin C supplementation on oxidative stress and neutrophil inflammatory response in acute and regular exercise. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. v.2015, n.01, p.01-07 2015.

PRASERTSRI, P et al. Cashew apple juice supplementation enhanced fat utilization during high-intensity exercise in trained and untrained men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. V.10(1): p. 13. 2013.

PRASERTSRI, P. et al. Cashew apple juice supplementation enhances leukocyte count by reducing oxidative stress after high-intensity exercise in trained and untrained men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. V.31;16(1):31. 2019.

RAMEL, A.; WAGNER, K.H.; ELMADFA, I. Correlations between plasma noradrenaline concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in men. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n.5, p. 1-3, 2004.

REBOUCHE, C. J. Ascorbic acid and carnitine biosynthesis. **American journal of clinical nutrition**. v. 54:1147S–1152S. 1991.

RODRIGUEZ, J.A.M. et al. Evaluation of the capacity of granulation in surgical wounds with condensed tannins in matrices. **MRS Proceedings**; 1479:63–68. 2012.

SANTOS, R.P. et al. Production and characterization of the cashew (*Anacardium occidentale* L.) peduncle bagasse ashes. **Journal of Food Engineering**; v. 79:1432–7. 2007.

SHAW, D. M. et al. T-cells and their cytokine production: The anti-inflammatory and immunosuppressive effects of strenuous exercise. **Cytokine**, v. 104, p. 136–142, abr. 2018.

SIVAGURUNATHAN, P.; SIVASANKARI, S.; MUTHUKKARUPPAN, S.M. Characterisation of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) fruits collected from Ariyalur District. **Journal of Biosciences**. V. 1:101–7. 2010.

SOBRAL FILHO, J.F. et al., Estudo de Toxicologia Clínica de um Fitoterápico Obtido a Partir do Extrato Etanólico Bruto da Casca de *Anacardium occidentale* Linn, em Voluntários Saudáveis. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**. v.14, n.1, p.65-74, 2010.

SOUZA, A.R.M. et al., Efeito da radiação gama e do armazenamento na qualidade de padúnculos de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência e agrotecnologia**, v.33, n.3, p.848-854, 2009.

TERRA, R. et al. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 3, p. 208–214, jun. 2012.

URSO, M. L., & CLARKSON, P. M. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. **Toxicology**, 189(1-2), 41–54. 2003.

VANDERLINDE, F.A. et al. Evaluation of the antinociceptive and anti-inflammatory effects of the acetone extract from *Anacardium occidentale* L. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**; v. 45:437–42. 2009.

VELAGAPUDI, R. et al., Agathisflavone isolated from *Anacardium occidentale* suppresses SIRT1-mediated neuroinflammation in BV2 microglia and neurotoxicity in APPSwe-transfected SH-SY5Y cells. **Phytotherapy Research**. v.32, n.10, p.1957–1966, 2018.

VIEIRA, L.M. Et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 33: p. 888–97. 2011.

WALCZAK-JEDRZEJOWSKA, R.; WOLSKI, J.K.; SLOWIKOWSKA-HILCZER, J. The role of oxidative stress and antioxidants in male fertility. **Central European Journal of Urology**, v.66, n.1, p.60-67, 2013.

WIGHTMAN, E. L., et al. Dietary nitrate modulates cerebral blood flow parameters and cognitive performance in humans: A double-blind, placebo-controlled, crossover investigation. **Physiology & Behavior**, 149, 149–158. 2015.

WITHEE, E. D. et al., Effects of Methylsulfonylmethane (MSM) on exercise-induced oxidative stress, muscle damage, and pain following a half-marathon: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v 21, n.01 p.14:24. 2017.

ZEMEL MB, BRUCKBAUER A. Effects of a leucine and pyridoxine-containing nutraceutical on fat oxidation, and oxidative and inflammatory stress in overweight and obese subjects. **Nutrients**. V. 4:529–541. 2012.

ZEPKA, L. Q. et al., Aroma compounds derived from the thermal degradation of carotenoids in a cashew apple juice model. **Food Research International**, v.56, n.01, p. 108–114, 2014.

**ANEXO A - A Escala de Humor de Brunel (BRUMS) - VERSÃO TRADUZIDA DO  
BRUMS PARA A LÍNGUA PORTUGUESA**

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atenciosamente. Em seguida, assinale, em cada linha, o quadrado que melhor descreve **COMO VOCE SE SENTE AGORA**. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

Escala:

**0** = nada; **1** = um pouco; **2** = moderadamente; **3** = bastante; **4** = extremamente

|                    | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| 1. Apavorado       |   |   |   |   |   |
| 2. Animado         |   |   |   |   |   |
| 3. Confuso         |   |   |   |   |   |
| 4. Esgotado        |   |   |   |   |   |
| 5. Deprimido       |   |   |   |   |   |
| 6. Desanimado      |   |   |   |   |   |
| 7. Irritado        |   |   |   |   |   |
| 8. Exausto         |   |   |   |   |   |
| 9. Inseguro        |   |   |   |   |   |
| 10. Sonolento      |   |   |   |   |   |
| 11. Zangado        |   |   |   |   |   |
| 12. Triste         |   |   |   |   |   |
| 13. Ansioso        |   |   |   |   |   |
| 14. Preocupado     |   |   |   |   |   |
| 15. Com disposição |   |   |   |   |   |
| 16. Infeliz        |   |   |   |   |   |
| 17. Desorientado   |   |   |   |   |   |
| 18. Tenso          |   |   |   |   |   |
| 19. Com raiva      |   |   |   |   |   |
| 20. Com energia    |   |   |   |   |   |
| 21. Cansado        |   |   |   |   |   |
| 22. Mal-humorado   |   |   |   |   |   |
| 23. Alerta         |   |   |   |   |   |
| 24. Indeciso       |   |   |   |   |   |

**ANEXO B** - Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

|    |                      |
|----|----------------------|
| 6  | Sem nenhum esforço   |
| 7  | Extremamente leve    |
| 8  |                      |
| 9  | Muito leve           |
| 10 |                      |
| 11 | Leve                 |
| 12 |                      |
| 13 | Um pouco intenso     |
| 14 |                      |
| 15 | Intenso (pesado)     |
| 16 |                      |
| 17 | Muito intenso        |
| 18 |                      |
| 19 | Extremamente intenso |
| 20 | Pesado               |

**ANEXO C - FELT AROUSAL  
SCALE (FAS)**

(Svebak & Murgatroyd, 1985)

Estime aqui como você realmente se sente excitado. Faça isso circulando o número apropriado. Por "excitação" queríamos dizer como "excitado" você se sente. Você pode experimentar alta excitação de várias maneiras, por exemplo, como excitação, ansiedade ou raiva. A baixa excitação também pode ser sentida por você de várias maneiras diferentes, como relaxamento ou tédio ou calma.

**1 Baixa excitação**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6 Alta excitação**

### **ANEXO D - Escala afetiva**

A cada 2km era apresentada ao voluntário a escala afetiva (feeling scale) proposta por Hardy & Rejeski (1989). Essa escala varia de -5 a +5 sendo ancorada pelas palavras “Muito mal” (-5), “Mal” (-3), “Neutro” (0), “Bem” (+3) e “Muito Bem” (+5).

---

#### **Feeling Scale (FS)** (Hardy & Rejeski, 1989)

Ao participar do exercício, é comum experimentar mudanças de humor. Algumas pessoas acham o exercício agradável, enquanto outros acham desagradável. Além disso, o sentimento pode variar ao longo do tempo. Ou seja, pode-se sentir bem e mal várias vezes durante o exercício. Os cientistas desenvolveram essa escala para medir essas respostas.

**+5 Muito bem**

**+4**

**+3 Bem**

**+2**

**+1 Razoavelmente bem**

**0 Neutral**

**-1 Razoavelmente mal**

**-2**

**-3 Mal**

**-4**

**-5 Muito mal**

---

**ANEXO E - Total Quality Recovery (TQR)**

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| 6  |                               |
| 7  | Recuperação muito, muito ruim |
| 8  |                               |
| 9  | Recuperação muito ruim        |
| 10 |                               |
| 11 | Má recuperação                |
| 12 |                               |
| 13 | Recuperação razoável          |
| 14 |                               |
| 15 | Boa recuperação               |
| 16 |                               |
| 17 | Recuperação muito boa         |
| 18 |                               |
| 19 | Recuperação muito, muito boa  |
| 20 |                               |

## ANEXO F - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
VALE DO ACARAÚ - UVA/CE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DA CAJUÍNA EM MARCADORES BIOQUÍMICOS, FISIOLÓGICOS E COGNITIVOS EM CORREDORES

**Pesquisador:** LUIZ JOSE FROTA SOLON JUNIOR

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 18608019.9.0000.5053

**Instituição Proponente:** Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.685.729

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa a ser desenvolvido como dissertação de mestrado em Biotecnologia pela UFC Sobral. Serão incluídos no estudo indivíduos do sexo masculino que tenham entre 18 e 29 anos de idade e que pratiquem corrida de rua regularmente há pelo menos 6 meses. Serão excluídos indivíduos que tenham feito

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

O Sr. está sendo convidado a participar da pesquisa “**Efeitos da cajuína em marcadores bioquímicos, fisiológicos e cognitivos em corredores**” que será realizada pela Universidade Estadual Vale do Acaraú, campus CCS, sob a responsabilidade de Luiz José Frota Solon Junior. Esta pesquisa tem como finalidade a realização do projeto de mestrado do programa de pós-graduação em biotecnologia de Universidade Federal do Ceará, do aluno Luiz José Frota Solon Junior.

Essa pesquisa tem por objetivo analisar a influência da suplementação da cajuína (*anacardium occidentale*) sobre as variáveis: função renal, desidratação e cognição, além de verificar os efeitos no dano tecidual e estresse oxidativo de corredores de rua após uma corrida de 5km e 10km. O estudo com cajuína justifica-se pelo fato de possuírem um alto valor nutritivo e conter, principalmente, carboidratos, compostos fenólicos como a quercetina e tanino em sua composição. Com isso em mente, torna-se importante investigar a cajuína como suplementação nesses indivíduos.

Como critérios de inclusão e exclusão é necessário que: você tenha entre 18 e 29 anos de idade e que pratique corrida de rua regularmente há pelo menos 6 meses. Além disso, você não pode estar fazendo o uso de bebidas alcoólicas, tabaco e/ou drogas lícitas e ilícitas, ingerindo suplementação. Caso você tenha praticado algum exercício nas últimas 48 horas que antecedem as intervenções você será excluído do estudo.

Antes das intervenções, você será orientado a consumir em seu próprio recinto, após descartar a sua primeira urina da manhã, os seguintes alimentos: um sanduíche (60 g de pão, 25 g de presunto, 25 g de queijo, e 20 g de alface), 50 mL de café descafeinado, 200 mL de leite semidesnatado e água.

O procedimento que você participará, consistirá em 3 intervenções, a primeira para avaliação antropométrica e alimentar, e outras as duas últimas terão os mesmos procedimentos, porém na primeira será realizado a prática de 5km e a segunda intervenção a prática de 10km. O estudo será realizado na cidade de Sobral-CE, no complexo esportivo da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) em tendas para acomodação e laboratórios para a coleta de sangue.

Nas duas intervenções experimentais, após a chegada ao local as 6h00min da manhã, você reportará as tendas para acomodação. Você responderá um questionário de elegibilidade para avaliar o uso de suplementos alimentares, histórico clínico, uso de medicamentos, dados

peçoais, tabagismo e etilismo (APÊNDICE B). Além disso, você será perguntado e questionado para a confirmação se está sem realizar a prática de exercícios nas últimas 48 horas. Em seguida, você será encaminhado ao laboratório onde terá uma equipe de saúde para realizar a coleta de sangue.

Todas as suas amostras de sangue serão coletadas em ambientes fechados e climatizados por enfermeiros experientes utilizando algodão umedecido com álcool 70% para assepsia. Além disso todos os materiais (luvas, máscaras, agulhas, adaptador, vacuntainer) utilizados para a coleta serão estéreis e descartáveis em ambientes apropriados (Descarpack), evitando ao máximo qualquer tipo de contaminação e complicações para o você.

Em relação a coleta de urina antes e após o exercício, você será orientado a fazerem uma higiene pessoal, desprezar o primeiro jato da urina, e coletar 50 ml do jato médio da urina em tubos estéreis apropriados para os exames de urinálise. Vale ressaltar que você deve descartar a primeira urina da manhã antes do café da manhã, como de costume. Todos os procedimentos ocorrerão em banheiros próximos as tendas, contendo os equipamentos para condições sanitárias adequadas, com cabine individual, e respeitando toda sua privacidade.

Posteriormente, em você será aplicado o teste de Brums (ANEXO A) para avaliar o seu perfil de estado de humor. Antes de você iniciar o exercício em zona aberta, que será monitorado por GPS, você irá suplementar (cajuína ou placebo). Você consumirá quantidade de 400ml (cajuína ou placebo) imediatamente antes da corrida em ambas as intervenções. Sendo essa dose segura para não ocorrer quaisquer desconfortos gastrointestinais.

Após o término da corrida, todos os procedimentos que foram realizados antes, serão novamente avaliados.

Toda a pesquisa terá caráter confidencial sobre as informações aqui obtidas, assegurando-lhe sigilo, manutenção de privacidade e compromisso de que sua identidade não será revelada nas publicações ou apresentações deste trabalho. Também é garantida a liberdade para deixar de participar da pesquisa ou cancelar este termo de consentimento em qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo de suas funções. Não está previsto ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa. O doador voluntário receberá uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Durante as coletas de sangue poderá ocorrer complicações na punção para coleta de sangue venoso, tais como dor, hematoma, punção arterial, lesão nervosa e infecção. No entanto, vale ressaltar que todos os procedimentos serão realizados por enfermeiros experientes, todos os equipamentos sendo estéreis e descartáveis, evitando ao máximo qualquer tipo de complicações para o voluntário. Além disso, toda a pratica de exercício físico

será orientada e supervisionada por profissionais de Educação física, evitando e controlando possíveis risco que o exercício poderá induzir no atleta. Porém, caso venha ocorrer complicações com a pratica do exercício, no local estará disponíveis ambulâncias e toda equipe técnica para realização de primeiros socorros.

O estudo não acarretará a você malefício do seu bem-estar psicossocial, mas caso você não se sinta bem, poderá abandonar a qualquer momento a intervenção e será garantido resposta a qualquer pergunta sobre a metodologia e os resultados desta pesquisa. Isso poderá ser feito diretamente com o pesquisador, pessoalmente na Universidade ou também através de e-mail do pesquisador responsável. Ocorrerão benefícios a você em relação a ter uma melhor compreensão de seus aspectos fisiológicos, cognitivos e marcadores bioquímicos. Além disso, todos os dados da sua avaliação física serão disponibilizados para você, assim compreendendo melhor seu estado físico, além de gerar benefícios para outros praticantes corredores de rua.

**Pesquisador:** Luiz José Frota Solon Junior / Celular: (88) 9.9688-1388/ E-mail: [sluis424@gmail.com](mailto:sluis424@gmail.com)

**ATENÇÃO:** Sua participação nesta pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para:

**Comitê de Ética da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Endereço:** Centro de Ciências da Saúde (CCS), campus do Derby | Av. Comandante Maurocélvio Rocha Pontes, 150 - Bairro Derby Clube - CEP 62042-280 | Sobral –CE, **Telefone:** (88)3677-4255, **E-mail:** [comitedeetica@uvanet.br](mailto:comitedeetica@uvanet.br)

---

Nome completo do participante  
da Pesquisa

---

Assinatura do Pesquisador  
**Responsável**

## CONSENTIMENTO PÓS-INFORMATIVO

Eu, \_\_\_\_\_, atleta amador de corrida de rua, portador do RG: \_\_\_\_\_, concordo em participar como sujeito de pesquisa no projeto intitulado “Efeitos da cajuína em marcadores bioquímicos, fisiológicos e cognitivos em corredores”, que tem como pesquisador principal Luiz José Frota Solon Junior. Declaro que tive conhecimento das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o projeto de pesquisa “Efeitos da cajuína em marcadores bioquímicos, fisiológicos e cognitivos em corredores”, tudo em conformidade com o estabelecido na Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde. Declaro, ainda, que discuti com o pesquisador sobre a minha decisão em participar deste estudo como sujeito de pesquisa e sobre a possibilidade de a qualquer momento (antes ou durante a mesma) recusar-me a continuar a participar da pesquisa em referência, sem penalidade e/ou prejuízos, retirando o meu consentimento. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do projeto de pesquisa, os procedimentos a serem realizados, a ausência (e ou presença) de riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso à pesquisa em qualquer tempo. Concordo, voluntariamente, em participar deste projeto de pesquisa, assinando este documento.

Sobral (CE), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do participante



**APÊNDICE B – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS**  
**RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

| <b>Refeição/horário</b> | <b>Preparação e/ou alimentos</b> | <b>Medida caseira</b> | <b>Quantidades (gramas/ml)</b> | <b>Observações</b> |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------|
| Desjejum                |                                  |                       |                                |                    |
| Lanche                  |                                  |                       |                                |                    |
| Almoço                  |                                  |                       |                                |                    |
| Lanche                  |                                  |                       |                                |                    |
| Jantar                  |                                  |                       |                                |                    |
| Colação                 |                                  |                       |                                |                    |
| Suplementação           |                                  |                       |                                |                    |