



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**

LAYANNA CIBELLE DE SOUSA ASSUNÇÃO CARVALHO

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM NÉCTAR DE JAMELÃO (*Syzygium cumini*) NO ESTRESSE OXIDATIVO, DANO MUSCULAR E DESEMPENHO DE ATLETAS DE HANDEBOL.

LAYANNA CIBELLE DE SOUSA ASSUNÇÃO CARVALHO

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM NÉCTAR DE JAMELÃO (*Syzygium cumini*) NO ESTRESSE OXIDATIVO, DANO MUSCULAR E DESEMPENHO DE ATLETAS DE HANDEBOL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área: Nutrição e Saúde

Orientador: Prof^o Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos (UFPI).

Co-orientador: Prof^o Dr. Alexandre Sérgio Silva (UFPB).

C331e Carvalho, Layanna Cibelle de Sousa Assunção.
Efeitos da suplementação com néctar de jamelão (*Syzygium cumini*) no estresse oxidativo, dano muscular e desempenho de atletas de handebol / Layanna Cibelle de Sousa Assunção Carvalho. -- 2017.
117 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, 2017.

“Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos.”

Bibliografia

1. Polifenóis. 2. Alimento funcional. 3. Néctar de jamelão (*Syzygium cumini*). I. Título. II. Teresina – Universidade Federal do Piauí.

CDD 613.28

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM NÉCTAR DE JAMELÃO (*Syzygium cumini*) NO ESTRESSE OXIDATIVO, DANO MUSCULAR E DESEMPENHO DE ATLETAS DE HANDEBOL.

LAYANNA CIBELLE DE SOUSA ASSUNÇÃO CARVALHO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^oDr^o Marcos Antonio Pereira dos Santos
(Presidente)

José Arimatéia Dantas Lopes
(1^o Examinador)

Emmanuel Wassermann Moraes e Luz
(2^o Examinador)

Fabício Eduardo Rossi
(Suplente)

DEDICATÓRIA

A meus pais, amigos, professores e, em especial, a meu esposo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades proporcionadas, por me possibilitar viver e superar novos desafios, por seu amor incondicional e por renovar minhas forças a cada dia, durante essa caminhada.

À minha mãe, pelo apoio e confiança de que eu ia conseguir alcançar meus objetivos. Pelas orações e palavras de incentivo.

Ao meu amado marido, meu grande incentivador, que me dá todo o suporte e apoio, bem como o amor, necessários para que eu possa viver plenamente todas as etapas da vida e pela imprescindível colaboração no estudo de campo.

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição pelo crescimento profissional proporcionado.

Ao Instituto Federal de Educação do Piauí, campus Pedro II, pelo apoio, com a autorização do meu afastamento para capacitação.

Ao professor Marcos Antônio Pereira dos Santos, pela orientação concedida e colaboração na condução desse estudo.

Ao professor Alexandre Sérgio Silva, pela imensa contribuição para a concretização dessa etapa, pelos ensinamentos, pela paciência que teve comigo e pela prontidão em ajudar durante todo o andamento desse projeto.

Ao professor Fabrício Eduardo Rossi, pela imprescindível colaboração nesse trabalho, por dedicar um pouco do seu tempo a fazer as correções e pelos ensinamentos em tão pouco tempo, porém tão valiosos.

Ao time de handebol, Giuliano Handebol Clube (GHC), pelo consentimento dos atletas em participarem do estudo e, em especial, ao professor Giuliano, pelo suporte dado para a coleta de dados.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido/Petrolina/PE), pela realização de quantificação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante. Em especial a pesquisadora Dra. Aline Camarão Telles Biasoto

Aos amigos do NEFADS, Rayane, Mara e Luís pela contribuição em cada etapa deste trabalho e ainda aos parceiros Benedito e Karol por toda a ajuda.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof^o José Arimatéia Dantas Lopes e Prof^o Emmanuel Wasserman pelas considerações feitas no trabalho e pelas sugestões para aprimoramento do mesmo.

Enfim, meu muito obrigada a todos que direta ou indiretamente contribuíram para eu chegar até aqui.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabelas	Página
01 Composição das formulações do néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>).....	44
02 Notas médias de avaliação dos atributos sensoriais e intenção de compra das formulações do néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>).....	51
03 Composição nutricional das bebidas suplementadas	52
04 Quantificação dos compostos fenólicos em miligramas/L (mg/L) no néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) avaliados por HPLC.....	65
05 Características iniciais dos grupos.....	67
06 Efeitos da suplementação com néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) nos marcadores de estresse oxidativo em atletas de Handebol	69
07 Efeitos da suplementação com néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) nos marcadores de dano muscular em atletas de handebol.....	75
08 Efeitos da suplementação com néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) no desempenho de atletas de Handebol	78
09 Efeitos da suplementação com néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) no estado psicométrico de atletas de Handebol.....	82
10 Efeitos da suplementação com néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) nos marcadores de função hepática e função renal em atletas de Handebol.....	83
Quadros	Página
01 Desenho experimental do estudo clínico.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
01 Teoria dos processos fisiológicos promovidos pelo exercício físico.....	27
02 Hipótese de indução de overtraining pela síntese de citocinas.....	29
03 Processamento da polpa de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>).....	44
04 Fluxograma da distribuição dos grupos amostrais.....	48

LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

Apêndices	Página
A – Recordatório de 24 horas – R24h.....	104
B – Escala Hedônica.....	105
C – Escala estruturada de cinco pontos.....	106
D – Súmula de suplementação.....	107

Anexos	Página
01 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....	109
02 Parecer do Comitê de Ética.....	113
03 Questionário de Desconfortos Gastrointestinais.....	117
04 Questionário de Avaliação Psicométrica - POMS.....	118

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ACTH – Hormônio Adrenocorticotrópico

ALT – Alanina Amino Transferase

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

AST – Aspartato Amino Transferase

CAT – Capacidade Antioxidante

CK - Creatina Kinase

CMJ – CountermovimentJump

CT – Colesterol Total

DAD – Detector de Matriz de Diodos

DRI'S – Dietary Reference Intakes

EDT - Escala de Desajuste ao Treino

DPPH – 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Agropecuária

ERO's – Espécies Reativas de Oxigênio

FCR – Frequência Cardíaca de Repouso

FLD – Detector de Fluorescência

HDLc – *High Density Lipoprotein Cholesterol*

HPLC – *High Pressure liquid Chromatography*

IL – Isoleucina

LDH – Lactato Desidrogenase

LDLc – *Low Density Lipoprotein Cholesterol*

MDA - Malonaldeído

NEFADS – Núcleo de Estudos em Fisiologia Aplicada ao Desporto e Saúde

NO – Óxido Nítrico

OMS – Organização Mundial da Saúde

PTH – Perturbação Total do Humor

R24h – Recordatório de 24 horas

RAST – Running Anaerobic Sprint Test

SJ – Squat Jump

SOD – Superóxido Dismutase

TBARS – Thiobarbituric Acid Reactive Substances

TEAC – Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TMA – Antocianinas Monoméricas Totais

TNF α – Fator de Necrose Tumoral Alfa

TPC – Conteúdo Fenólico Total

VLDLc – Very Low Density Lipoprotein Cholesterol

VO_{2máx} – Consumo Máximo de Oxigênio

RESUMO

ASSUNÇÃO-CARVALHO, L.C.S. **Efeitos da suplementação com néctar de jamelão (*Syzygium cumini*) no estresse oxidativo, dano muscular e desempenho de atletas de Handebol.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2017.

Estudos recentes têm demonstrado um potencial efeito ergogênico de alimentos ricos em polifenóis, por suas propriedades antioxidante, em minimizar o desgaste fisiológico provocado pelas altas cargas de treino e acelerar o processo de recuperação dos atletas, mas o Jamelão (*Syzygium cumini*), a despeito da rica composição de polifenóis nunca foi investigado. O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos da suplementação com o Néctar do Jamelão (*Syzygium cumini* L.) em marcadores de estresse oxidativo, dano muscular e desempenho em atletas de Handebol. Previamente ao estudo clínico foram elaboradas duas formulações de néctar de jamelão, F1 (50% de polpa) e F2 (30% de polpa), as quais foram caracterizadas sensorialmente utilizando-se Escala Hedônica de 9 pontos. Logo após observou-se que F2 apresentou melhor aceitação sensorial, sendo esta formulação escolhida para o ensaio clínico com os atletas. Em seguida amostras do néctar foram avaliadas para a determinação do conteúdo de polifenóis e atividade antioxidante. A composição fenólica determinada por HPLC revelou 12 compostos, sendo que a antocianina malvidina -3,5- di -O- glicosídeo apresentou a maior concentração, seguida de delphinidina- 3-O-glicosídeo e cianidina-3,5-di-O-glicosídeo. Em seguida, vinte e cinco voluntários do sexo masculino com idade média de $18,6 \pm 2,4$ anos foram randomizados em grupo que recebeu néctar de jamelão (grupo suplementado - GS, n = 12; 10 ml/kg/dia) ou grupo que recebeu bebida controle isocalórica, isoglicídica e isovolumétrica (grupo controle – GC; n = 13), por 28 dias. Antes e 48 horas depois da intervenção nutricional foram realizadas coletas sanguíneas para avaliação dos marcadores de estresse oxidativo (Capacidade antioxidante total – CAT, malonaldeído- MDA, óxido nítrico e ácido úrico) e de dano muscular (CK e LDH) além de testes de capacidade aeróbia (Shuttle Run de 20 metros), potência de membros inferiores (Squat Jump e Countermovement Jump) e resistência anaeróbia (RAST TEST). Na análise dos dados aplicou-se teste T

independente na comparar os valores iniciais dos grupos, experimental e controle e nas comparações dos momentos, inicial e 28 dias após a intervenção entre os grupos ou intragrupo foi aplicada a ANOVA para medidas repetidas, com Pós-hoc de Bonferroni. Para tudo, utilizou-se o software SPSS, versão 20.0 e adotando nível de significância $p < 0,05$. O GS apresentou um aumento significativo de ~20,7% na capacidade antioxidante total ($p= 0,004$) e uma redução da peroxidação lipídica ~30,8 ($p= 0,001$), associada acompanhado de diminuição em do marcadores de dano muscular, ~28,6 em CK ($p=0,002$) e 12,9% para LDH ($p= 0,048$), Nenhuma destas alterações foram verificadas no grupo controle. Por outro lado, não foram observadas alterações nas variáveis investigadas de performance física: capacidade aeróbia ($p = 0,14$), força explosiva no Squat Jump ($p=0,09$) e no Countermovement Jump ($p=0,38$) ou na resistência anaeróbica, conforme valores do índice de fadiga ($p=0,12$). Também não foram verificadas alterações de performance física no grupo controle. O estudo demonstrou que a suplementação diária de 10 mL/kg /dia de néctar de Jamelão durante 28 dias aumentou na capacidade antioxidante total, diminuiu a peroxidação lipídica e reduziu o dano muscular, porém sem melhorias no desempenho aeróbio, anaeróbio e de força. Além de influenciar o estado psicométrico dos atletas, reduzindo significativamente a Perturbação Total do Humor (PTH). O néctar de Jamelão mostrou-se seguro para o consumo pois não provocou alterações em marcadores de função hepática e renal.

Palavras-chave: polifenóis, alimento funcional, néctar de jamelão (*Syzygium cumini*), alimento ergogênico, estresse oxidativo, dano muscular, desempenho atlético.

ABSTRACT

Recent studies have demonstrated a potential ergogenic effect of polyphenol-rich foods, for their antioxidant properties, in minimizing the physiological strain caused by high training loads and accelerating the recovery process of athletes, but Jamelia (*Syzygium cumini*), despite Rich composition of polyphenols has never been investigated. The present study aimed to investigate the effects of supplementation with Jamelon Nectar (*Syzygium cumini* L.) on markers of oxidative stress, muscle damage and performance in Handball athletes. Two formulations of jamel nectar, F1 (50% of pulp) and F2 (30% of pulp) were prepared before the clinical study, which were sensorially characterized using a Hedonic Scale of 9 points. Soon after, it was observed that F2 presented better sensory acceptance, being this formulation chosen for the clinical trial with the athletes. Next, the nectar samples were evaluated for polyphenol content and antioxidant activity. The phenolic composition determined by HPLC revealed 12 compounds, with anthocyanin malvidine -3,5-di-O-glycoside having the highest concentration, followed by delphinidin-3-O-glycoside and cyanidin-3,5-di-O- Glycoside. Twenty-five male volunteers with a mean age of 18.6 ± 2.4 years were randomized into a group that received jamelon nectar (supplemented group - GS, n = 12, 10 ml / kg / day) or group Which received isocaloric, isoglucose and isovolumetric control drink (control group - CG; n = 13), for 28 days. Blood samples were collected before and 48 hours after the nutritional intervention to evaluate the markers of oxidative stress (total antioxidant capacity - CAT, malonialdehyde - MDA, nitric oxide and uric acid) and muscle damage (CK and LDH), as well as capacity tests (Shuntle Run 20 meters), lower limb power (Squat Jump and Countermovement Jump) and anaerobic resistance (RAST TEST). In the analysis of the data, independent T-test was used to compare the initial values of the groups, experimental and control and in the comparisons of the moments, initial and 28 days after the intervention between the groups or intragroup was applied to ANOVA for repeated measures, Hoc of Bonferroni. For all, the SPSS software, version 20.0 was adopted and adopting significance level $p < 0.05$. GS presented a significant increase of $\sim 20.7\%$ in total antioxidant capacity ($p = 0.004$) and a reduction in lipid peroxidation ~ 30.8 ($p = 0.001$), associated with a decrease in markers of muscle

damage, ~ 28 , 6 in CK ($p = 0.002$) and 12.9% in LDH ($p = 0.048$). None of these changes were verified in the control group. On the other hand, no changes were observed in the physical performance variables investigated: aerobic capacity ($p = 0.14$), explosive force in Squat Jump ($p = 0.09$) and in Countermovement Jump ($p = 0.38$) or in Anaerobic resistance, according to values of the fatigue index ($p = 0.12$). There were also no changes in physical performance in the control group. The study demonstrated that daily supplementation of 10 mL / kg / day of Jamelon nectar for 28 days increased total antioxidant capacity, decreased lipid peroxidation and reduced muscle damage, but without improvements in aerobic, anaerobic and strength performance. In addition to influencing the psychometric state of the athletes, significantly reducing Total Humorous Perturbation (PTH). Jamelão's nectar was safe for consumption because it did not cause changes in markers of liver and kidney function.

Key words: Polyphenols, functional food, jamelão nectar (*Syzygium cumini*), ergogenic food, oxidative stress, muscle damage, athletic performance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	22
2.1 DANO MUSCULAR, INFLAMAÇÃO SISTÊMICA E ESTRESSE OXIDATIVO INDUZIDOS PELO DESEQUILÍBRIO NAS CARGAS DE TREINO FÍSICO.....	22
2.2 HANDEBOL: ASPECTOS METABÓLICOS E FISIOLÓGICOS.....	31
2.3 ALIMENTOS COM POTENCIAL ERGOGÊNICO.....	33
2.4 O JAMELÃO (<i>Syzygium cumini</i>) E SUAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS E FARMACOLÓGICAS.....	35
2.5 POSSIBILIDADES ERGOGÊNICAS DO SUCO DE JAMELÃO PARA ATLETAS.....	38
2.6 NÉCTAR.....	39
3. OBJETIVOS	41
3.1 GERAL.....	41
3.2 ESPECÍFICOS.....	41
4 METODOLOGIA	42
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	42
4.2. ASPECTOS ÉTICOS.....	42
4.3 ELABORAÇÃO DO NÉCTAR DE JAMELÃO, AVALIAÇÃO SENSORIAL, COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i>	42
4.3.1 Obtenção dos frutos, extração da polpa e processamento do Néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>)	43
4.3.2 Avaliação sensorial e Intenção de compra	45
4.3.3 Conteúdo fenólico total	45
4.3.4 Análise de fenólicos em HPLC-DAD-FLD	46
4.3.5 Método de captura do radical ABTS+ [2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin)- 6-sulfônico]	46
4. 4 ESTUDO EXPERIMENTAL COM ATLETAS DE HANDEBOL.....	47
4.4.1 População do estudo e Critérios de Inclusão	47
4.4.2 Amostra	47
4.4.3 Desenho do estudo clínico	48
4.4.4 Composição Corporal	49
4.4.5 Consumo Alimentar	50

4.4.6 Protocolo de suplementação	51
4.4.7 Coletas sanguíneas e análises bioquímicas	53
4.4.7.1 Marcadores de Estresse Oxidativo.....	53
4.4.7.1.1 Capacidade Antioxidante Total.....	54
4.4.7.1.2 Peroxidação Lipídica.....	54
4.4.7.1.3 Ácido Úrico.....	55
4.4.7.1.4 Quantificação de nitrito plasmático.....	55
4.4.7.2 Marcadores de Dano Muscular.....	55
4.4.7.2.1 Creatina Quinase (CK).....	55
4.4.7.2.2 Lactato Desidrogenase (LDH).....	56
4.4.7.3 Marcadores de Função Hepática.....	56
4.4.7.3.1 Alanina Amino Transferase e Aspartato Amino Transferase.....	56
4.4.7.4 Marcadores de Função Renal.....	56
4.4.7.4.1 Creatinina.....	56
4.4.7.4.2 Uréia.....	56
4.4.8 Testes de Desempenho Físico	57
4.4.8.1 Força explosiva de membros inferiores.....	57
4.4.8.2 Capacidade Aeróbia.....	58
4.4.8.3 Resistência anaeróbia.....	59
4.4.9 Avaliação Psicométrica	60
4.4.10 Avaliação da Pressão Arterial	61
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	61
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.1 QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM NÉCTAR DE JAMELÃO (<i>Syzygium cumini</i>).....	62
5.2 ESTUDO EXPERIMENTAL COM ATLETAS DE HANDEBOL.....	66
5.2.1 Caracterização do Grupo de estudo.....	66
5.2.2 Avaliação Nutricional.....	68
5.2.3 Efeitos do néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) sobre marcadores de estresse oxidativo de atletas de Handebol.....	68
5.2.4 Efeitos do néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) sobre marcadores de dano muscular de atletas de Handebol.....	74
5.2.5 Efeitos do néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) no desempenho de atletas de Handebol.....	77

5.2.6 Efeitos do néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) no estado psicométrico de atletas de Handebol.....	81
5.2.7 Efeitos do néctar de Jamelão (<i>Syzygium cumini</i>) sobre marcadores de função hepática e função renal em atletas de Handebol.....	83
6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
APÊNDICES	103
APENDICE A – RECORDATÓRIO DE 24 h	104
APENDICE B – ESCALA HEDÔNICA	105
APENDICE C – ESCALA DE INTENÇÃO DE COMPRA	106
APENDICE D – SÚMULA DE MORITORAMENTO DO TREINO	107
ANEXOS	108
ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	109
ANEXO 2 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	113
ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE DESCONFORTOS GASTROINTESTINAIS	117
ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PSICOMÉTRICA - POMS	118

1 INTRODUÇÃO

Atualmente têm-se observado um aumento de cerca de 20% nas cargas de treino dos atletas em busca de melhorias substanciais na performance (WINSLEY; MATOS, 2011). É rotineira a concentração de treinamento e competições num único dia, levando os atletas aos limites de suas capacidades físicas (CARFAGNO; HENDRIX, 2014). Esse grande volume de sessões de treino associadas a um calendário maciço de jogos pode promover inflamação e estresse oxidativo com conseqüente declínio do desempenho (SMITH, 2000; FINAUD et al., 2006; MARIN et al., 2011; MARIN et al., 2013).

Embora o exercício físico induza a produção de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (ERONS) e estas participem diretamente da sinalização celular, o organismo se adapta cronicamente a este estresse com o aumento da capacidade antioxidante. Por outro lado o desequilíbrio no status pró e antioxidante decorrente do treinamento exaustivo conduz a efeitos prejudiciais como perda celular da homeostase redox, dano oxidativo às estruturas celulares, inflamação aguda (MARZATICO et al., 1997; DROGE, 2008), dano muscular, aumento do tempo necessário para a recuperação (GOMES; SILVA; OLIVEIRA, 2012), disfunção contrátil, resultando em fraqueza, fadiga, dores e lesões musculares (URSO; CLARKSON, 2003; POWERS; JACKSON, 2008), e com isso, pode prejudicar a performance física (VOLLAARD, SHEARMAN, COOPER, 2005).

Os exercícios intermitentes, como o Handebol apresentam uma carga fisiológica diferente dos exercícios contínuos (corrida e ciclismo) (RONGLAN; RAASTAD; BORGESSEN, 2006). O Handebol promove elevado estresse no metabolismo aeróbio e anaeróbio dos jogadores, assim como, as ações intensas e repetidas realizadas durante o jogo favorecem o dano muscular (GOROSTIAGA et al., 2006; MARIN et al., 2011).

Considerando o cenário das exigências físicas a que estão expostos os atletas e os fatores envolvidos no sucesso do desempenho esportivo, a intervenção nutricional por meio de alimentos com propriedades antioxidantes pode ser extremamente benéfica, visto que na perspectiva de melhorar o desempenho de atletas, tem-se buscado estratégias que propiciem uma rápida recuperação entre as cargas de treinamento, com a redução do processo oxidativo e inflamatório

induzidos pelo treinamento físico extenuante (GILSON et al., 2010; HOWATSON et al., 2010; KREHER; SCHWARTZ, 2012; PESCHEK et al., 2014).

Dessa forma, têm-se investigado alternativas para a redução do estresse oxidativo, da dor tardia e das respostas inflamatórias conseqüentes do exercício físico muito intenso e/ou prolongado (NICOL et al., 2015; FARIA, 2016). Nesse contexto, a suplementação com antioxidantes vem sendo indicada para melhora do desempenho e aumento do rendimento durante o exercício, bem como para a diminuição da dor tardia e do tempo de recuperação muscular (SUREDA et al., 2014).

Porém, a suplementação nutricional ainda é alvo de controvérsias na literatura, uma vez que pode apresentar efeitos ergogênicos, como o fornecimento de um aporte nutricional adequado ao treino, a melhor biodisponibilidade dos nutrientes, o consumo suficiente de um nutriente em particular dificilmente atingido pela alimentação, além da praticidade do consumo, de forma a suprir possíveis deficiências da alimentação convencional (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION; DIETITIANS OF CANADA; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), porém diversas substâncias ainda apresentam efeitos contraditórios, além da possibilidade de efeitos adversos (MAUGHAN, 2005; PETROCZI; TAYLOR; NAUGHTON, 2011; SILVA et al., 2014).

Por outro lado, estudos recentes têm investigado os efeitos ergogênicos de alimentos em comparação aos suplementos disponíveis comercialmente, no intuito de prover os mesmos benefícios atribuídos aos suplementos, mas sem os riscos e questionamentos relativos ao uso dos suplementos esportivos já relatados na literatura e ainda com um baixo custo (SOUSA et al., 2013; SILVA et al., 2014). Dentre eles, destacam-se os alimentos reconhecidamente ricos em compostos antioxidantes como o suco de Uva (LAFAY et al., 2009; O'CONNOR et al., 2013; TOSCANO et al., 2015), ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 (LEWIS et al. 2015; SHEI; LINDLEY; MICKLEBOROUGH, 2014; ŽEBROWSKA et al., 2015), o suco de tomate (HARMS-HINGDAH; JENSSEN; HAGHDOOST, 2012; TSITSIMPIKOU et al., 2013), o suco de cereja (HOWATSON et al., 2010; CONNOLLY et al., 2006), a romã (TROMBOLD et al., 2010, TROMBOLD et al., 2011), o suco de cajú (PRASERTSRI et al., 2013), dentre outros alimentos que se mostraram capazes de reduzir o estresse oxidativo, inflamação e diminuir o desgaste resultante das sessões de treinamento, com conseqüente melhoria do desempenho.

Nesse sentido, os polifenóis destacam-se por suas propriedades imunomoduladoras, anti-inflamatórias e antioxidantes (MARZOCHELLA et al., 2011). Por essas características, vários estudos têm enfatizado a influência dos alimentos ricos em polifenóis, especialmente antocianinas e quercetina, na redução do dano muscular, inflamação e estresse oxidativo (MCLEAY et al., 2012; BOWTELL et al., 2011). Dentre os alimentos antioxidantes com rica composição fenólica, destaca-se o Jamelão (*Syzygium cumini*), por seu potencial antioxidante atribuído ao conteúdo de ácidos fenólicos, antocianinas e flavonóides (SÁ, 2008; SOUSA, 2012). Tal fruto vem sendo estudado e já estão demonstrados efeitos, antimicrobiano, hipoglicêmico, anti-inflamatório, antidiarréico, dentre outros (CHANDHURI et al., 1990; SRIVASTAVA, CHANDRA, 2013).

Estudos recentes “in vivo” e “in vitro” (RAFFAELLI et al., 2014; BITENCOURT et al., 2015; DE BONA et al., 2015) mostraram que o extrato das folhas ou do fruto do Jamelão (*Syzygium cumini* L.) foi capaz de reduzir danos oxidativos, melhorar a função plaquetária, além de potencializar a funcionalidade do sistema antioxidante, aumentando a atividade do óxido nítrico (NO), da enzima superóxido dismutase (SOD) e diminuindo os níveis de lipoperóxidos, sugerindo um efeito protetor e preventivo na progressão do dano oxidativo associado ao diabetes mellitus e à hipertensão. Além disso, apresentou propriedades imunomoduladoras com o potencial de prevenir lesão celular induzida pelo estresse oxidativo, com destaque para efeitos citoprotetores.

Os dados prévios do Jamelão no âmbito da saúde, especialmente no contexto antioxidante suportam a hipótese de que os efeitos ergogênicos já atribuídos a outros alimentos com propriedades antioxidantes como a uva, poderiam também ser proporcionados pelo Jamelão (*Syzygium cumini* L). Então, é relevante testar a hipótese de que este fruto, por sua rica composição fenólica, pode reduzir o estresse oxidativo e o dano muscular e, assim, poderia melhorar a recuperação entre cargas de treinamento e, conseqüentemente, o desempenho físico em atletas de Handebol.

Apesar destas possibilidades, não se conhece, até o momento, estudos que atestaram a capacidade ergogênica do néctar de Jamelão, principalmente avaliando seu efeito protetor sobre o estresse oxidativo e dano muscular.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 ESTRESSE OXIDATIVO, INFLAMAÇÃO E DANO MUSCULAR INDUZIDOSPELO DESEQUILÍBRIO NAS CARGAS DE TREINAMENTO FÍSICO.

Constantemente o corpo humano forma radicais livres, os quais são átomos ou moléculas que contém um ou mais elétrons desemparelhados em sua órbita mais externa, condição que os torna reativos (PHANIENDRA; JESTADI; PERIYASAMY, 2015). As espécies reativas de oxigênio (EROS) são provenientes do metabolismo aeróbico, enquanto que, as espécies reativas de nitrogênio possuem um centro reativo de nitrogênio (POWERS; JACKSON, 2008). Sob condições fisiológicas normais, as EROS atuam como agentes reguladores fundamentais na sinalização celular, além de desempenhar um papel importante no crescimento e diferenciação celular, adaptação às tensões fisiológicas e metabólicas, resposta imune, proteção contra a invasão de patógenos (RADAK et al., 2013; PANIERI et al., 2013), bem como contribuem para os mecanismos de oxigenação (YUAN et al., 2013). Além disso, as espécies reativas de oxigênio e nitrogênio são necessárias para o desenvolvimento de força normal no músculo esquelético (REID; KHAWLI; MOODY, 1993; MORALES-ALAMO; CALBET, 2013) e para a resposta adaptativa ao exercício regular (RADAK et al., 2013).

Em contrapartida, quando a produção de espécies reativas é exacerbada alterações metabólicas malélicas são promovidas, incluindo danos ao DNA mitocondrial, peroxidação lipídica, oxidação de açúcares e proteínas, gerando por fim alterações na estrutura e funcionalidade celular (LEE; KOO; MIN, 2004; GOMES; SILVA; OLIVEIRA, 2012).

Para evitar os danos promovidos pelas EROS e outras espécies reativas, no organismo há um sistema endógeno capaz de neutralizar a atividade destas espécies. Trata-se de um sistema composto por enzimas antioxidantes (superóxido dismutase, glutathione peroxidase e catalase, como as mais importantes) (BANERJEE et al., 2005; HALLIWELL, 2011). O organismo tem ainda um sistema de defesa não enzimático que utiliza glutathione, coenzima Q, vitaminas (A, C, E e complexo B), minerais e ácido úrico para reagir com as espécies reativas, impedindo

que estas oxidem os componentes celulares (WALCZAK-JEDRZEJOWSKA; WOLSKI; SLOWIKOWSKA-HILCZER, 2013).

O exercício físico contribui para essa formação de espécies reativas visto que aumenta o consumo de oxigênio (CRUZAT, et al., 2007). Essa produção de EROS, em níveis celulares relativamente baixos é necessária para a atividade contrátil dos músculos esqueléticos (CRUZAT, et al., 2007). Por outro lado, sabe-se que o treinamento físico estimula a produção de enzimas antioxidantes, de forma a promover um equilíbrio fisiológico, chamado de balanço redox, que ocorre quando um sistema de defesa antioxidante consegue evitar os efeitos deletérios das espécies reativas (SUREDA et al., 2005; WAGENER; CARELS; LUNDVIG, 2013).

É sabido que o treinamento físico proporciona melhorias das capacidades físicas, e ainda contribui de forma importante para reduzir o estresse oxidativo e processos inflamatórios, visto que a maior parte dos efeitos induzidos pelo exercício físico, dentre eles o aumento da massa muscular, melhora do sistema cardiovascular, redução da incidência de doenças e infecções e outras, é devido, principalmente, às adaptações induzidas sobre os diversos sistemas corporais, incluindo o sistema antioxidante endógeno (RADAK et al., 2001). Pois a prática de exercício físico regular e de intensidade moderada é capaz de alterar positivamente a homeostase oxidativa de células e tecidos, através da diminuição dos danos oxidativos e do aumento da resistência ao estresse (COOPER et al., 2002; RADAK; CHUNG; GOTO, 2008).

Entretanto, o exercício físico intenso e prolongado ou treinos exaustivos, ou ainda frequência elevada de treinos podem suplantam a capacidade do sistema antioxidante endógeno e, em decorrência, promover graves lesões musculares, com consequente processo inflamatório local e estresse oxidativo, além de afetar a atividade dos antioxidantes não-enzimáticos (MALM, 2001), favorecendo a instalação de um processo de estresse oxidativo (SUREDA et al., 2005). Todos esses fatos estão envolvidos na redução do desempenho, do volume de treinamento e, possivelmente, overtraining (PALAZZETTI et al., 2003; HACKNEY, 2013).

A prática de exercícios físicos predominantemente aeróbios provoca aumento do fluxo de oxigênio na mitocôndria, sendo que aproximadamente dois a cinco por cento deste oxigênio não são completamente reduzidos, formando assim EROS (KOURY; DONANGELO, 2003; GEORGIEV; ANANGA; TSOLOVA, 2014).

Por outro lado, apesar do exercício anaeróbio ser executado independente do aporte de oxigênio, a produção excessiva de EROS tem sido verificada durante esse tipo de esforço, envolvendo outros mecanismos (CHILDS et al., 2001). Nesse tipo de exercício o aumento da síntese de EROS pode ocorrer de diversas formas, dentre elas, o estresse metabólico aumenta a ativação da cadeia de transporte de elétrons, aumentando a degradação de adenosina trifosfato (ATP) e ativando o mecanismo da xantina oxidase (XO), com produção adicional de ânions superóxido (KOURY; DONANGELO, 2003), pode haver também a síntese aumentada de NADPH-oxidase, além de prolongado processo de isquemia e reperfusão tecidual e a atividade fagocítica (FINAUD, LAC, FILAIRE, 2006; BLOOMER, GOLDFARB, 2004). Adicionalmente, o aumento da síntese de ácido láctico, catecolaminas e o elevado processo inflamatório após exercícios anaeróbios com intensidades supra-máximas também contribuem significativamente para a produção de EROS (BLOOMER, GOLDFARB, 2004).

Devido à facilidade com que os radicais livres reagem com outras moléculas, eles possuem uma meia-vida muito curta, dificultando sua mensuração direta. Portanto, a maioria dos estudos a esse respeito tem utilizado alguns produtos das reações dessas moléculas com componentes celulares, como lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, como biomarcadores de lesão oxidativa (SOUSA; FERNANDES; CYRINO, 2006).

Portanto, o exercício físico, seja aeróbio ou anaeróbio, pode estar relacionado à produção excessiva de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio por diversos mecanismos, dentre os quais se destacam a redução parcial de oxigênio nas mitocôndrias, o processo inflamatório, bem como os processos de isquemia e reperfusão (MCBRIDE; KRAEMER, 1999). Nesse sentido, o processo inflamatório é uma importante fonte de EROS durante o exercício físico, uma vez que contrações intensas provocam lesões nas fibras musculares, que requerem remoção das proteínas danificadas, seguida por ressíntese de novas proteínas (SOUSA; FERNANDES; CYRINO, 2006).

Vale ressaltar que dentre os componentes celulares suscetíveis à ação de radicais livres, a membrana celular é um dos mais atingidos, tendo em vista a grande disponibilidade e suscetibilidade dos ácidos graxos polinsaturados das membranas à peroxidação lipídica, podendo desencadear uma reação em cadeia (FERREIRA; MATSUBARA, 1997). Os produtos finais desse processo são os

hidroperóxidos lipídicos, que podem se decompor em aldeídos, sobretudo malondialdeído (MDA), além de hidrocarbonetos voláteis, como o etano e o pentano (SOUSA; FERNANDES; CYRINO, 2006).

Reforçando isso, Marin et al. (2013), apontaram em estudo que, o estresse oxidativo, parâmetros bioquímicos e defesa antioxidante sofrem influência das cargas de treino em esportes como o Handebol. É importante notar que o aumento dos marcadores de estresse oxidativo ao longo do treinamento na temporada ocorreu apesar da possível regulação positiva de sistemas antioxidantes. Portanto, parece esperado que durante o treinamento e as competições, um certo nível de estresse oxidativo ocorrerá.

Anteriormente Marin et al. (2011), já haviam demonstrado que após um jogo e durante 24 horas de recuperação, a concentração de todos os índices de estresse oxidativo mudou significativamente de uma forma que indica aumento do estresse oxidativo no sangue (grupos tiol e glutathiona reduzida diminuíram, enquanto o TBARS aumentou), bem como nos eritrócitos observou-se níveis aumentados de TBARS e proteínas Carbonilas). As atividades de enzimas antioxidantes de eritrócitos também foram significativamente alteradas pelo Handebol. Índices de dano muscular (Creatina Quinase e Lactato Desidrogenase) aumentaram significativamente após o exercício. Além disso, a IL-6 aumentou após o jogo, enquanto o TNF- α diminuiu durante a recuperação. Diante desse quadro, os autores concluíram que um único jogo de handball em atletas de elite induz um estado de estresse oxidativo evidenciado pela modificação oxidativa em macromoléculas de plasma e eritrócitos, bem como por mudanças no sistema antioxidante enzimático e não enzimático.

Exercício intenso praticado de forma exaustiva também pode causar dano muscular, que resulta em dor muscular, redução temporária da força muscular, edema e inflamação (HOWATSON, VAN SOMEREN, 2008; SMITH et al., 2008). A magnitude da lesão muscular induzida pelo exercício é influenciada pelo tipo, a intensidade e duração do exercício (BOWTELL et al., 2011) e envolve, primariamente, vias metabólicas e mecânicas durante o exercício (TORRES et al., 2012) e dano secundário associado com uma resposta inflamatória (HOWATSON, VAN SOMEREN, 2008).

Nesse contexto, autores afirmam que a prática de exercício físico provoca lesões músculo-esqueléticas que varia desde uma lesão ultra-estrutural de fibras

musculares a traumas que levam a completa ruptura do músculo (GLEESON, et al., 2003; CRUZAT et al., 2007). Embora os mecanismos exatos responsáveis pela lesão muscular permanecem obscuros, acredita-se que estão envolvidos tanto processos mecânicos como vias metabólicas (TORRES et al., 2012).

Essa lesão muscular induzida pelo exercício pode ser dividida em duas fases: dano primário que ocorre durante o exercício, envolvendo alterações mecânicas e metabólicas (TEE, BOSCH, LAMBERT, 2007); e dano secundário associado com a resposta inflamatória (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008), englobando, portanto, uma interação complexa de eventos que levam ao aparecimento da dor (dor “tardia”), com um pico entre 24 e 48 horas pós-exercício, além de rompimento de fibras musculares, liberação de proteínas musculares dentro do plasma, resposta imune de fase aguda e diminuição do desempenho físico (GLEESON et al., 2003.) decorrente da ruptura de tecidos conectivos ligados a miofibrilas adjacentes, da própria célula muscular, da lâmina basal adjacente à membrana plasmática, da membrana plasmática da célula muscular, do sarcômero, do retículo plasmático, ou ainda de uma combinação desses componentes (STUPKA et al., 2001). Estes eventos conduzem a danos estruturais nas células musculares esqueléticas e degradação da membrana celular, resultando em necrosadas fibras musculares e, em última instância, na remodelação de fibras musculares (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008).

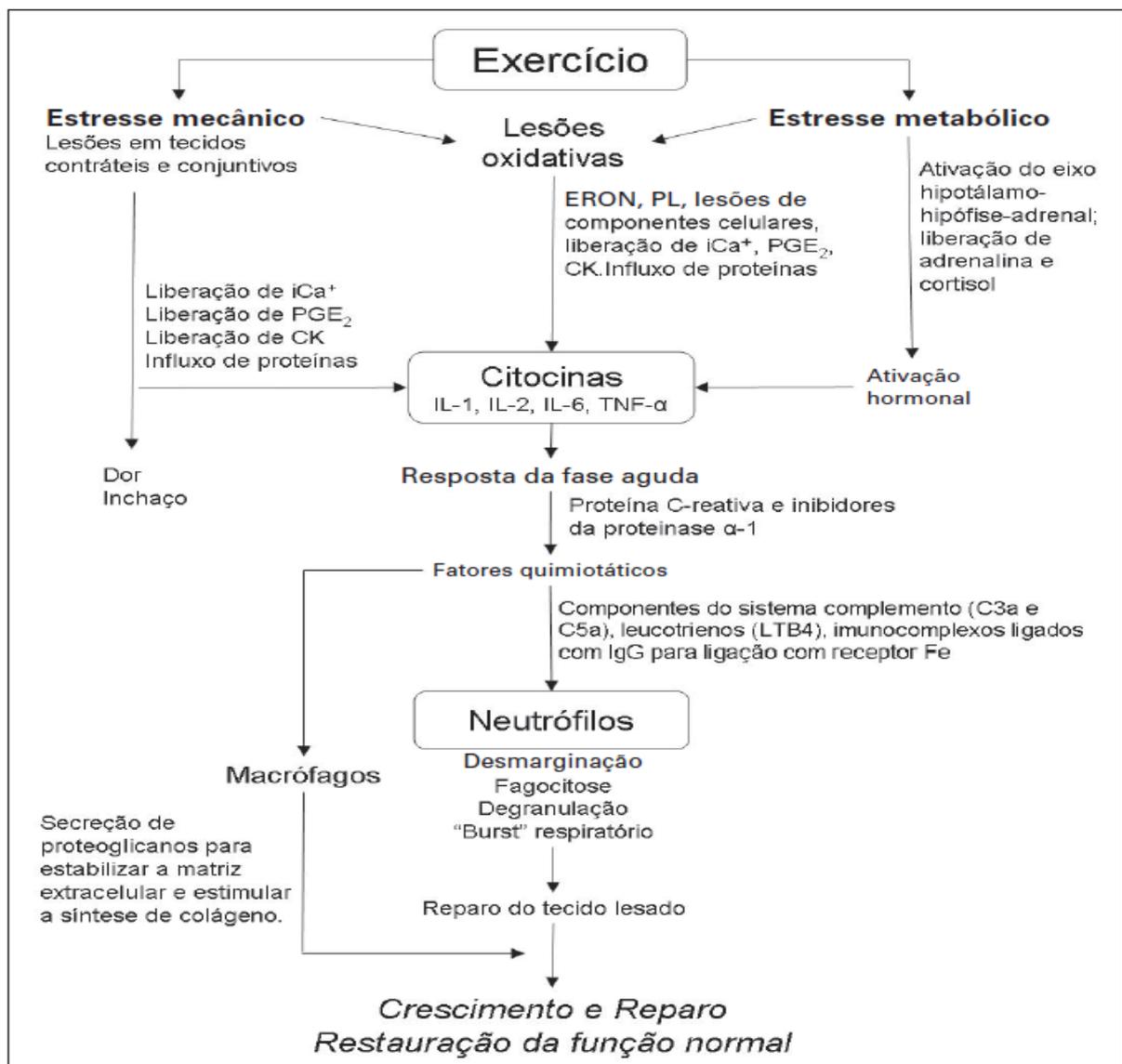
Esta condição pode ser avaliada pela determinação do efluxo de enzimas citosólicas específicas para a circulação sanguínea, combinada com técnicas histológicas ou avaliação ultra-estrutural por meio do uso de microscopia eletrônica para avaliar os efeitos locais. O aumento da concentração de proteínas citosólicas (creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), aspartato aminotransferase (AST) e a mioglobina na circulação após o exercício reflete a lesão muscular (STUPKA et al., 2001). Sendo que a intensidade é a variável de maior efeito sobre a atividade sérica enzimática e a dor muscular .

A Figura 1 mostra todos os processos fisiológicos decorrentes do exercício físico, envolvendo estresse, inflamação e dano muscular e as respostas adaptativas responsáveis pelo reparo e crescimento tecidual e reestabelecimento da homeostase.

Observa-se na Figura 1 que após o exercício excêntrico, há alterações nas populações de células inflamatórias circulantes. A infiltração de neutrófilos é estimulada por fatores quimiotáticos, incluindo prostaglandinas, fator de necrose

tumoral (TNF)- α , interleucina (IL)-1 β e IL-6. Inicialmente, há a síntese das citocinas pró-inflamatórias, TNF- α e IL-1 β , que, por sua vez, estimulam a síntese de IL-6. Esta citocina atua como mediador primário da reação de fase aguda, estimulando a produção hepática de proteínas de fase aguda, como a proteína C reativa (PCR), alfa-1-glicoproteína ácida (AGP) e inibidores de proteases, por exemplo, inibidor de protease α -1 (PETIBOIS et al., 2003).

Figura 1- Teoria dos processos fisiológicos promovidos pelo exercício físico



Abreviaturas: ERON = Espécies reativas de oxigênio e nitrogênio; PL = Peroxidação lipídica; iCa+ = Cálcio intracelular, PGE2 = Prostaglandina E2, CK = Creatina-quinase, TNF- α = Fator de necrose tumoral- α , IL-1 = Interleucina-1, IL-2 = Interleucina-2, IL-6 = Interleucina-6, C3a = Proteína C3a do sistema complemento; C5a = Proteína C5a do sistema complemento; Fe = Ferro; LTB4 = Leucotrieno B4. Adaptada de Pyne (1994).

A IL-6 restringe a extensão da resposta inflamatória por aumentar a síntese de citocinas antiinflamatórias. A resposta de fase aguda restabelece proteínas depletadas ou lesadas e reverte os efeitos prejudiciais da resposta inflamatória inicial. Vista desse ângulo, a IL-6 desempenha papel mais restaurativo do que pró-inflamatório. A IL-6 também estimula a glândula hipófise a liberar o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), que promove, subsequentemente, o aumento da liberação do hormônio cortisol a partir do córtex adrenal (ROGERO, MENDES, TIRAPÉGUI, 2005; NIEMAN et al., 2005).

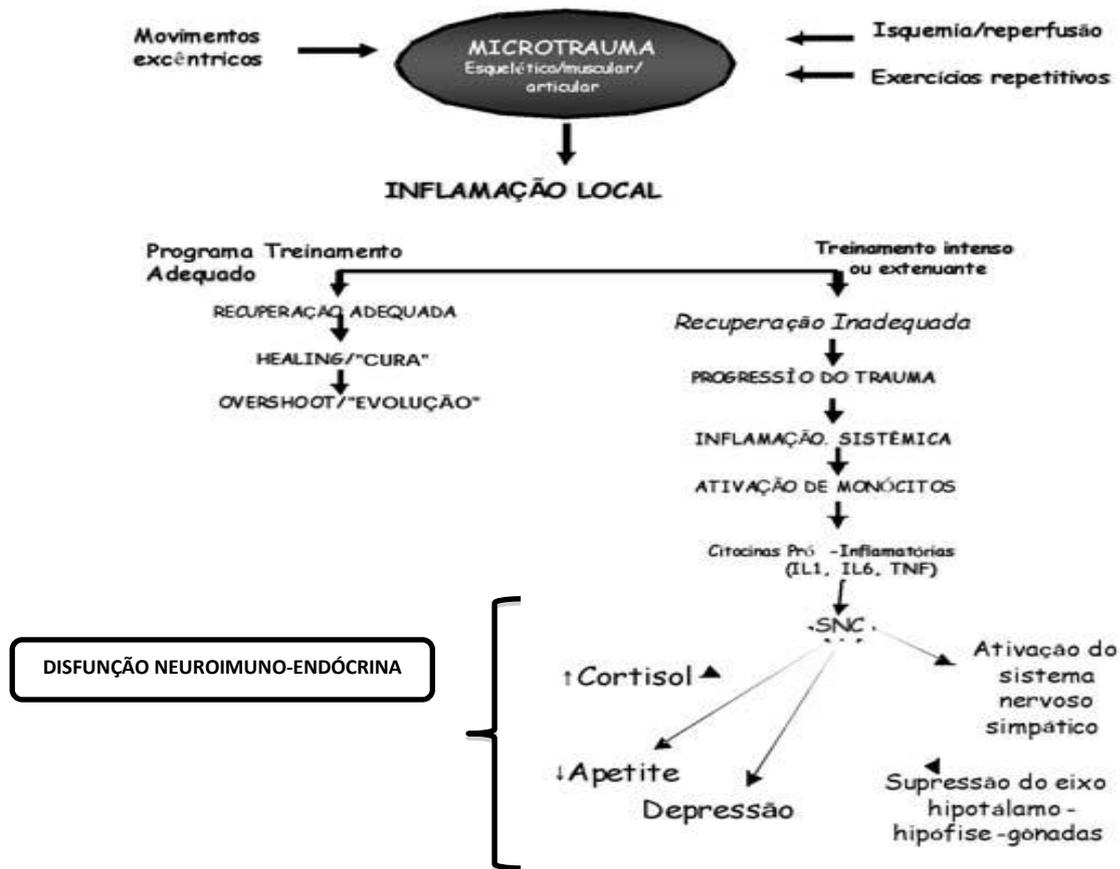
Em consequente, o dano celular induzido pelo exercício pode estimular a produção de EROS, já que durante a resposta inflamatória dos leucócitos infiltrados (neutrófilos e macrófagos) pode liberar tais espécies reativas (LEEUEWENBURGH, HEINECKE, 2001). Esse processo oxidativo envolve a produção de O_2^- , que pode ser rapidamente removido por reação com outros radicais livres ou ser convertido a peróxido de hidrogênio (H_2O_2) pela superóxido dismutase (SOD). Além disso, os neutrófilos podem converter H_2O_2 em ácido hipocloroso, um oxidante muito potente, por meio de mieloperoxidase (VOLLAARD, SHEARMAN, COOPER, 2005).

A evolução do microtrauma agudo (inflamação local) mediada por monócitos e macrófagos para a inflamação sistêmica é demonstrada na Figura 2 (SMITH, 2008). Portanto, este processo inflamatório sistêmico é o fenômeno de ativação do sistema nervoso simpático seguido da supressão do eixo hipotálamo-hipófise, e do estado de desequilíbrio bioquímico, que resulta em disfunções neuroimunoendócrinas característica da Síndrome do *overtraining*, ou seja, uma desordem simultânea em vários sistemas fisiológicos (ROGERO; MENDES; TIRAPÉGUI, 2005; KREHER; SCHWARTZ, 2012).

Como relatado anteriormente, tal condição é geralmente iniciada por um desgaste muscular marcado por um processo inflamatório agudo local que, em condições de descanso inadequado, evoluem para uma inflamação crônica, estimulando assim uma resposta inflamatória amplificada com patologia relacionada (SMITH, 2000; KREHER, SCHWARTZ, 2012), especialmente pelo aumento do estresse oxidativo. Como consequência o sistema nervoso central responde com aumento da atividade nervosa simpática, e o sistema endócrino responde com aumento da produção de cortisol e redução da produção de hormônios sexuais (BROOKS; CARTER, 2013). Sendo assim, excessivas cargas de treino com pouco descanso resulta em um desequilíbrio imunoneuro-endócrino o que é comum em

atletas modernos (SMITH, 2000; HALSON; JEUKENDRUP, 2004; ROGERO, MENDES, TIRAPEGUI, 2005; KREHER, SCHWARTZ, 2012; MEEUSEN et al., 2013).

Figura 2 - Hipótese de indução de *overtraining* pela síntese de citocinas.



Fonte: Adaptada de Rogero, Mendes, Tirapegui (2005).

Atrelado a todo esse entendimento de que o exercício físico extenuante promove a inflamação associada ao estresse oxidativo tem-se atualmente uma grande demanda na pesquisa do treinamento focada na questão da recuperação entre as cargas de treinamento visto que os atletas competitivos são rotineiramente levados aos limites de suas capacidades físicas, com treinos extremamente exaustivos e elevado número de competições ao longo da temporada (CARFAGNO; HENDRIX, 2014). A literatura demonstra um aumento de 20% nas cargas de treino

nos últimos anos, quando se fala de esporte profissional (WINSLEY, MATOS, 2011). Referente a isso se observa que ao combinar um programa de treino altamente exigente com períodos adequados de descanso e recuperação o atleta é beneficiado, no entanto, quando a programação de treino não permite tal equilíbrio de cargas leva-se a enormes danos à saúde física, mental, metabólica e endócrina do atleta, conseqüentemente, acelerando o fim de carreira do mesmo (CARFAGNO; HENDRIX, 2014).

Contudo, dentre os princípios que regem o Treinamento Esportivo, o princípio da Sobrecarga e o princípio da Adaptação são baseados na dose-resposta de forma que os atletas vivem na cultura do “mais é melhor” (WINSLEY; MATOS, 2011). Essa pressão exercida sobre os atletas de elite é um perigo real e suscita a compreensão de atletas e treinadores da importância de dias de descanso e tempos de recuperação, dado que o início insidioso da Síndrome do Overtraining enfraquece lentamente a eficácia do atleta que já não será capaz de alcançar metas previamente atingíveis (CARFAGNO; HENDRIX, 2014).

De fato, como os programas de treinamento têm-se tornado mais exigentes, a nutrição é uma área que, obviamente, pode ser o diferencial (MAUGHAN, 2005), dado o fato de que a alimentação é uma demanda fisiológica obrigatória de interesse inexorável para potencializar o consumo alimentar de atletas, a fim de maximizar sua resposta ao programa de treinamento, facilitando a reparação e regeneração muscular, haja vista que ao se recuperar mais rápido e mais eficientemente o atleta terá condições de treinar mais e responder ao treino de forma mais positiva com conseqüente melhorias de desempenho (BEELEN et al., 2010). Neste contexto, a ingestão dietética de antioxidantes pode ajudar a prevenir o estresse oxidativo e danos provocados pelo excesso de treino, além de contribuir para a melhoria do desempenho esportivo (CRUZAT et al., 2007).

Sendo esse estresse oxidativo e dano muscular prejudiciais para o desempenho do exercício, o papel potencial da suplementação antioxidante deve ser investigado no em diferentes populações de atletas.

2.2 HANDEBOL: ASPECTOS METABÓLICOS E FISIOLÓGICOS

O Handebol competitivo é uma forma intensiva de atividade física intermitente que exige desenvolvimento ideal tanto da capacidade aeróbia quanto anaeróbia (HERMASSI et al, 2011;. MASSUCA; FRAGOSO; TELES, 2014). O desempenho é mais relacionado com velocidade, agilidade, força, poder explosivo e a capacidade de repetir breves surtos supra-máximas de exercício do que para tanto habilidades de manuseio de bola ou a capacidade submáxima de trabalho sustentado (HERMASSI et al, 2011; INGEBRIGTSEN; JEFFREYS; RODAHL,2013).

Durante a realização de um jogo de modalidade coletiva, ocorre a alternância de períodos de esforço e de recuperação, assemelhando-se às demandas do método de treinamento intermitente, o qual apresenta diversas variações, mas tem como princípio básico a utilização de uma série de estímulos submáximos alternados com períodos de intervalo que propiciam uma recuperação parcial, imposta frente ao estímulo aplicado. Tais estímulos no trabalho intermitente podem ser constituídos de uma série de turnos repetidos de exercícios, e os períodos de descanso são constituídos, geralmente, por atividade leve ou moderada. A duração dos períodos ativos e de repouso, assim como as intensidades dos exercícios no trabalho intermitente, pode ser variada, como observado na movimentação característica do jogador de Handebol (ELENO; BARELA; KOKUBUN, 2002).

Para esses mesmos autores, é possível, por meio do trabalho intermitente, treinar as três vias metabólicas de produção de energia, uma vez que elas estão intimamente ligadas e atuam simultaneamente durante a atividade. Dependendo da intensidade do exercício e da combinação entre esforços e pausas, é possível sobrecarregar mais um mecanismo que outro.

Conforme o estudo de Michalsik, Madsen, Aagaard (2014) no qual avaliaram as exigências físicas impostas às jogadoras da equipe de Handebol feminino de elite em relação à posição de jogo. Durante uma partida de handebol impõem-se exigências aeróbicas de alta intensidade sobre os jogadores como evidenciado por uma alta carga de trabalho relativo (~ 80% do VO_2 máx) intercaladas por períodos breves de substancial produção de energia anaeróbica como refletido por uma quantidade limitada de execução em alta intensidade (~ 1% do tempo de reprodução

total efetiva por jogo). Os achados do referidos autores demonstram que pelo menos a fadiga temporária e a performance física prejudicada parecem ocorrerem em jogadores com mais de 50 min de tempo de jogo por jogo. Além disso, tais constatações diferenciam-se quanto às posições ocupadas por cada jogador (MICHALSIK; MADSEN; AAGAARD, 2014).

Quanto às adaptações promovidas pelo exercício físico frente a parâmetros do estresse oxidativo, segundo alguns estudos, os indivíduos treinados anaerobicamente tem uma melhor atividade das enzimas antioxidantes no sangue, em tecidos e especialmente no músculo (EVELSON et al., 2002; RADAK et al., 2008). Contudo, a alta atividade antioxidante, em atletas não é encontrada em todos os estudos (DJORDJEVIC et al., 2011). As pesquisas também demonstram que um protocolo controlado de treinamento de resistência é seguido por um aumento da atividade de enzimas antioxidante no plasma e outros tecidos (LEKHI; GUPTA, SINGH, 2007).

Sobre esses aspectos, Djordjevic et al. (2011), ao investigarem os efeitos do treinamento físico a longo prazo sobre o estado redox de atletas adolescentes de Handebol, e as correlações entre elementos de homeostase redox e potência aeróbica, observaram que os atletas tiveram, significativamente, maior atividade da enzima superóxido dismutase –SOD e inferior atividade enzima catalase - CAT em comparação com não-atletas. Confirmando que a o exercício físico programado induz um aumento da atividade da SOD como uma primeira linha de defesa antioxidante, mas que a atividade da CAT em resposta ao treinamento regular continua a ser um tópico de debate. Os autores também apontam para a possibilidade de que mudanças na capacidade aeróbica é fator importante na indução de mudanças no estado redox.

Ao investigar o efeito de diferentes cargas de treinamento e competição no estresse oxidativo, parâmetros bioquímicos e de defesa antioxidante enzimática em atletas de handebol durante seis meses de monitoramento Marin et al. (2013) constataram que adaptações crônicas ao treinamento físico demonstraram um efeito protetor significativo contra o estresse oxidativo em eritrócito (redução do ácido tiobarbitúrico- TBARS e dos níveis de grupos carbonilo), com aumento significativo da atividade das enzimas antioxidantes nos eritrócitos induzido pelo treinamento. Os autores também observaram que biomarcadores de danos do músculo esquelético aumentaram significativamente durante o período de treinamento de alta intensidade

(creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase). Afirmaram ainda que biomarcadores do estresse oxidativo e antioxidantes podem mudar durante toda a temporada em atletas competitivos, refletindo o estresse físico e a lesão muscular que ocorre como resultado do treinamento de Handebol competitivo (MARIN et al., 2013).

2.3 ALIMENTOS COM POTENCIAL ERGOGÊNICO

O interesse pela investigação de alimentos com possível efeito ergogênico surge em meio à problemática da real necessidade do uso de suplementos esportivos, visto os autores ainda divergirem em opinião quanto à aplicação prática dos suplementos frente a dados controversos, os perigos de contaminação com substâncias ilícitas no esporte, além de relatos de efeitos adversos oriundos da utilização de diversos suplementos (ALJALOUD; IBRAHIM, 2013; KREIDER et al., 2010; DARVISHI, 2013; SILVA et al., 2014; STICKEL et al., 2011).

Entretanto, como relatado anteriormente, o desgaste provocado pelo treino gera dano muscular e inflamação local que pode evoluir para inflamação sistêmica e estresse oxidativo, por meio de um desequilíbrio imunoneuro-endócrino (SMITH, 2000). Para atuar ajudando na recuperação do atleta e conseqüente melhoria em sua performance, diversos alimentos tem sido reconhecidos pelo seu grande potencial tanto anti-inflamatório, quanto antioxidante. Sendo essa estratégia de aumentar os níveis de antioxidantes no atleta fundamentada na possibilidade de neutralização das espécies reativas de oxigênio, prevenção ou redução dos danos e, por conseguinte, da dor muscular e retardo da fadiga (URSO; CLARKSON, 2003), além da melhoria do desempenho apresentada por alguns antioxidantes (KELLY et al., 2009).

Dessa forma, optar-se pelo uso de alimentos ricos em compostos antioxidantes parece ser a alternativa mais conveniente para ajudar a resolver o principal desafio dos atletas atuais, que é impedir o desgaste fisiológico provocado pelas altas cargas de treino (SILVA et al., 2014).

Alguns estudos têm buscado avaliar o efeito do consumo de frutas e produtos derivados, ricos em compostos fenólicos, seu papel antioxidante e seu potencial

ergogênico. Nesse sentido, Lafay et al. (2009) observaram que a capacidade de resistência em handebolistas aumentou em 20% e o poder de explosão tendeu a aumentar 3% após 30 dias de suplementação com extrato de uva ($400\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$) sendo tal melhoria na performance física atribuída ao aumento da capacidade antioxidante, redução da atividade da enzima creatina quinase, marcador de dano muscular, e aumento na concentração de hemoglobina, porém sem diferença nas concentrações plasmáticas das vitaminas C e E, ureia e ferritina.

De fato, Toscano et al., (2015) encontraram um aumento de 15% no desempenho de atletas acompanhado de aumento da capacidade antioxidante, após a suplementação por 28 dias de $10\text{ml}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de suco de uva tinto integral. Vale ressaltar que, este aumento no desempenho foi o maior já reportado para alguma fruta usada como alimento ergogênico.

Vários estudos apontam efeitos positivos da suplementação de alimentos ou produtos derivados, ao reduzir a peroxidação lipídica e a carbonilação de proteínas, além de aumentar a capacidade antioxidante total e as enzimas antioxidantes endógenas, como a superóxido dismutase e a glutathione peroxidase, sendo que em alguns estudos estes efeitos foram associados ao aprimoramento do desempenho com melhora na capacidade aeróbia e no limiar anaeróbio proporcionado pela laranja (APTEKMANN; CESAR, 2010) e hortelã- pimenta (MEAMARBASHI; RAJABI, 2013); aumento no tempo até exaustão através do chocolate escuro (PATEL; BROUNER; SPENDIFF, 2015), hortelã- pimenta (MEAMARBASHI; RAJABI, 2013), leite achocolatado (PESCHEK et al., 2014), suco de uva (TOSCANO et al., 2015) e recuperação da força com abóbora, cereja e blueberry (MCLEAY et al., 2012; HOWATSON et al., 2010; WANG et al., 2012).

Além disso, o suco de cereja foi capaz de reduzir a dor muscular pós – treino (KUEHLE et al., 2010), assim como de melhorar a atividade antioxidante, anti-inflamatória e reduzir a peroxidação lipídica em corredores recreacionais após uma maratona, com aumento da capacidade Antioxidante Total e redução de MDA, medida por TBARS (HOWATSON et al., 2010). O chocolate escuro foi responsável por redução de isoprostanos e da oxidação do LDL em ciclistas (ALLGROVE et al., 2011) e aumentou o status antioxidante (DAVISON et al., 2012).

Em alguns estudos com alimentos antioxidantes não foi demonstrado efeito da suplementação sobre todos os marcadores do estresse oxidativo, com consequente aprimoramento do status antioxidante. O óleo de pequi, por exemplo,

reduziu MDA e o dano oxidativo ao DNA, porém sem alterações nas concentrações de enzimas antioxidantes endógenas (catalase, glutatona e superóxido dismutase) em corredores (MIRANDA-VILELA et al., 2009).

2.4 O JAMELÃO (*Syzygium cumini*) E SUAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS E FARMACOLÓGICAS

Trata-se de uma árvore perene originária da Índia, distribuída por todo o território indiano, sudeste asiático e África Oriental, adaptada a climas tropicais, amplamente encontrada nas Américas. O jameleiro é presente em alguns estados do Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil (GROVER et al., 2001; MIGLIATO et al., 2006; MIGLIATO et al., 2007, REYNERTSON et al., 2008.) e principalmente, cultivado como árvore ornamental e de sombra (RUFINO, 2008).

Tal árvore foi classificada botanicamente como *Eugenia jambolana* e posteriormente, reclassificada como *Syzygium cumini* (LAGO; GOMES; SILVA, 2006). Possui várias sinonímias, sendo o fruto conhecido como jambolão, jalão, cereja, azeitona preta, azeitona roxa, azeitona-doce, *jambul*, *jaman* (Ásia), *faux pistachier* (França), *indian blackberry* (Inglaterra), *jambal* e *duhat* (Finlândia) (RUFINO, 2008).

No Brasil, geralmente a árvore floresce nos meses de agosto a novembro, e os frutos são encontrados abundantemente nos meses de outubro a dezembro, principalmente em alguns estados da região nordeste (SHARMA et al., 2006; LORENZI et al., 2006; AQIL et al., 2012).

Uma análise de composição centesimal do Jamelão realizada no Brasil, demonstrou que essa fruta apresenta 41 kcal/100g, 0,5 % de proteína, 0,1 % de lipídeos, 10,6% de carboidratos, 1,8% de fibras, 27,1 mg/100g de vitamina C e 394 mg/100g de potássio (TACO, 2011).

Na indústria alimentícia, utiliza-se principalmente o fruto, sendo este empregado como ingrediente de diversos produtos alimentícios, como doces, geleias, sucos, vinagres, pudins e bebidas como vinho, os quais se encontram disponíveis no mercado asiático (CHAUDHARY e MUKHOPADHYAY, 2012), hábito ainda não incorporado no Brasil.

Dentre os componentes mais importantes presentes no Jamelão, incluem-se a água, pigmentos antociânicos, vitaminas, minerais e outros componentes resultantes do metabolismo secundário, denominados fitoquímicos (SÁ, 2008). Tais compostos exercem função protetora à planta além de conferir propriedades farmacológicas, sendo amplamente utilizada na medicina popular (VIZZOTO, PEREIRA, 2008), por conferir ação hipoglicemiante, antimicrobiana, hipotensiva, diurética, cardiotônica, antiinflamatória, antiemética, estimulante do sistema nervoso central, antipirética, anticonvulsivante, anti-hemorrágica, carminativa e antiescorbútica (CHAUDHARY, MUKHOPADHYAY, 2012).

Espécies de *Syzygium* são referidas como sendo ricas em taninos, flavonóides, óleos essenciais, antocianinas e outros constituintes fenólicos (SHARMA et al., 2003; MIGLIATO et al., 2007; REYNERTSON et al., 2008).

O Jamelão se apresenta como uma boa fonte de compostos fenólicos, tais como ácidos fenólicos, flavonóides e antocianinas (SÁ, 2008; CHAGAS et al., 2015). No entanto, os frutos frescos não podem estar disponíveis em qualquer lugar durante todo o ano, devido à sazonalidade do fruto e ao curto período de safra (AQIL et al., 2012). Portanto, os produtos de Jamelão, como o néctar, podem ser uma boa opção como fonte de compostos fenólicos.

Isso faz com que esse fruto seja recomendado para consumo *in natura* ou indicado para a utilização na indústria de alimentos, pois esses pigmentos além de suas cores características, também apresentam excelentes propriedades antioxidantes, participando na inibição da peroxidação lipídica, na desagregação plaquetária e na ação antitumoral e antimutagênica (ANGELO, JORGE, 2007).

Conforme Sousa (2012), em comparação com outros frutos, considerados fontes de carotenóides, o teor destes fitoquímicos no Jamelão é baixo. Isso é esperado, uma vez que a coloração da polpa do fruto em estudo não está dentro da faixa de cor dos carotenóides, que varia do amarelo ao vermelho (MAIA, SOUSA, LIMA, 2007). Porém, quanto ao teor de ácido ascórbico ou vitamina C do Jamelão, Sousa (2012) quantificou $25,47 \pm 2,61$ mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de amostra, resultado semelhante ao descrito para o Jamelão na TACO (2011), que foi de 27,1 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de amostra, achado muito importante, visto que o consumo de 100 g desse fruto supre 56,6% das necessidades diárias de vitamina C para adultos (45 mg.dia⁻¹) (BRASIL, 2005). O Jamelão apresentou ainda teores de polifenóis determinados em extrato aquoso de $392,17 \pm 43,33$ mg EAG.

(equivalentes de ácido gálico). 100 g^{-1} de amostra, valores superiores aos encontrados em extrato acetônico e etanólico. Resultado animador, posto que esse composto é mais consumido na forma de fruta *in natura* ou como suco, o que proporciona uma maior ingestão de fenólicos (EFRAIM, ALVES, JARDIM, 2011).

De acordo com a literatura, o Jamelão, em comparação com outras frutas não-tradicionais do Brasil, mostra consideravelmente elevada atividade antioxidante, que pode ser atribuída, pelo menos parcialmente para os constituintes fenólicos tais como antocianinas, taninos e flavonóides (SOUSA, 2012; NASCIMENTO, 2015).

Ainda sobre a composição fenólica e potencial antioxidante do Jamelão (*S. cumini*) Shrikanta, Kumar, Govindaswamy (2013) realizaram estudo para identificar o conteúdo de resveratrol e propriedades antioxidantes de frutas subutilizados como Jamelão (*Syzygium cumini* L.), Jaca (*Artocarpus heterophyllus*) e Amora (*Morus rubra*), mantendo a Uva (*Vitis vinifera*) como uma referência. Neste estudo foram investigados polifenóis totais, flavonóides, atividade captadora de DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) e capacidade antioxidante total na pele, polpa e sementes dos frutos em questão.

Na ocasião, os autores demonstraram que dentre as amostras analisadas, assementes de Jamelão apresentaram uma boa concentração de resveratrol ($34,87 \text{ mg g}^{-1}$ peso seco), seguida da polpa de Jamelão ($13,70 \text{ mg. g}^{-1}$ peso seco) e pele de Jamelão ($11,19 \text{ mg. g}^{-1}$ peso seco). Extrato de semente de Jamelão exibiram o mais alto teor de polifenóis ($55,54 \text{ mg de ácido gálico g}^{-1}$ equivalente peso seco) e maior propriedade antioxidante (Valor de IC_{50} de $0,40 \text{ mg. mL}^{-1}$), sugerindo que frutos subutilizados, incluindo o Jamelão são ricos em resveratrol e outros polifenóis podendo serem usados como bebidas funcionais (SHRIKANTA, KUMAR, GOVINDASWAMY, 2013).

Gordonet al. (2011) fizeram uma abrangente identificação dos componentes polifenólicos de quatro frutos subaproveitados da região amazônica do Brasil, dentre eles, Jamelão, murici, cutite e araçá por HPLC/DAD-ESI-MSn, nesse estudo identificaram 37 compostos fenólicos no Jamelão e quanto à capacidade antioxidante os mesmos autores revelaram maior potencial bioativo para cutite seguido por Jamelão, araçá e murici. Corroborando com esses autores, Aqil et al. (2012) demonstraram que, além de cinco antocianidinas, o Jamelão contém quantidades apreciáveis de ácido elágico / elagitaninos, com alta atividade antioxidante e antiproliferativa.

Por conta desse potencial antioxidante do Jamelão muitos estudos têm buscado investigar a relação entre o consumo de partes dessa fruta e a redução da incidência de doenças, dentre elas as doenças crônicas não transmissíveis, embora os estudos limitem-se ainda a experimentos em modelo animal e *in vitro* (RIBEIRO et al., 2014; DE BONA et al., 2015; BITENCOURT et al., 2015).

Recentemente, Ribeiro et al. (2014) constataram em modelo animal, que suplementação com extratos de folha de *Syzygium cumini*, foi capaz de reduzir a pressão arterial e frequência cardíaca de ratos espontaneamente hipertensos, sendo este efeito anti-hipertensivo provavelmente devido à inibição de tônus arterial e influxo de cálcio extracelular.

Em ratos diabéticos tipo 2 o extrato de *Syzygium cumini* melhorou o quadro de resistência à insulina, a disfunção das células β , via Modulação da PPAR e TNF- α , a dislipidemia e o estresse oxidativo (SHARMA et al., 2012). Arun et al. (2011) concluíram em estudo com modelo animal que o extrato da semente de Jamelão pode desempenhar um papel importante como agente quimiopreventivo contra o estresse oxidativo e danos genômicos.

Mais recentemente, De Bona et al. (2015), destacaram os efeitos citoprotetores e propriedade imunomoduladoras de extrato aquoso de *Syzygium cumini*, demonstrando que este extrato afeta o sistema purinérgico e pode modular os níveis de adenosina. Os autores também afirmam que tal extrato de Jamelão pode potencialmente prevenir lesão celular induzida pelo estresse oxidativo. Resultados apoiados por Bitencourt et al. (2015) que afirmam que o tratamento acurto prazo com a extrato aquoso de *Syzygium cumini* tem um papel protetor importante sobestados patofisiológicos provocados pela fase inicial de Diabetes Mellitus.

2.5 POSSIBILIDADES ERGOGÊNICAS DO SUCO DE JAMELÃO PARA ATLETAS

Já foi relatado o potencial de alguns alimentos e do exercício físico na melhora da saúde cardiometabólica. No entanto, indivíduos envolvidos em regimes de exercício intenso podem desenvolver uma condição fisiológica conhecida como *overreaching* que pode evoluir para *overtraining*. Tais condições são acompanhadas

por aumento da pressão arterial, inflamação sistêmica e estresse oxidativo (SMITH, 2000).

Embora estudos recentes tenham demonstrado efeito positivo de extratos de Jamelão na redução de danos oxidativos, melhora da função plaquetária, aprimoramento do sistema antioxidante, imunomodulação, citoproteção com a prevenção dos danos celulares induzidos pelo estresse oxidativo (RAFFAELLI et al., 2014; BITENCOURT et al., 2015; DE BONA et al., 2015; SILVA, 2017), não foram encontrados estudos que investigaram os efeitos do consumo de partes do Jamelão sobre o dano muscular, inflamação, estresse oxidativo e desempenho físico em atletas como um auxiliar na recuperação pós-exercício.

Portanto, estudos devem ser desenvolvidos a fim de preencher essa lacuna científica bem como contribuir para elucidar questões importantes sobre o uso de suplementos ou alimentos antioxidantes por atletas.

2.6 NÉCTAR

A ascensão do mercado do setor de bebidas apresenta uma tendência ao aumento do consumo de bebidas não-alcoólicas. A indústria de alimentos por meio do uso da tecnologia investe na elaboração de produtos práticos, mas também com um apelo comercial focado na preservação da saúde, como os sucos prontos para beber (MONTEIRO, 2006).

O hábito de consumo de sucos de frutas processadas tem aumentado no Brasil e no mundo, motivado pela falta de tempo da população em preparar o suco das frutas *in natura*, pela praticidade oferecida pelos produtos, pela substituição do consumo de bebidas carbonatadas, devido ao seu valor nutritivo e pela preocupação no consumo de alimentos mais saudáveis (MATSUURA; ROLIM, 2002).

Nesse contexto, o néctar é uma bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato, adicionado de açúcares, destinada ao consumo direto (BRASIL, 2009).

O néctar pode ser elaborado com mais de um tipo de fruta. Neste caso, será denominado “néctar misto” a mistura de duas ou mais partes comestíveis de diferentes frutas, apresentando, este produto, uma série de vantagens, como a

possibilidade de combinação de diferentes aromas e sabores e soma dos componentes nutricionais (CHAVES, GOLVEIA; LEITE, 2004).

A tecnologia de produção de néctares proporciona a manutenção de características próximas às da matéria-prima original, comparativamente à outras formas de processamento. Isso faz com que se destaquem dentre os produtos industrializados a partir de frutos (PIRILLO; SABIO, 2009). O consumo destes produtos acompanha a tendência de crescimento do mercado de bebidas não alcoólicas (MORZELLE et al., 2009), o qual tem se diversificado principalmente em função da incorporação de novos sabores de frutos (FIGUEIRA; DUCATTI; VENTURINI FILHO, 2010), sendo o fruto Jamelão um potencial para a elaboração de néctares.

A elaboração do néctar com uma concentração menor de polpa, assim como outros produtos derivados do Jamelão, se apresenta como uma ótima opção de aproveitamento industrial do fruto, considerando-se o sabor doce, porém levemente amargo e adstringente (AYYANAR; BABU, 2012) e seu elevado desperdício (SOARES, 2015).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

- Investigar os efeitos da suplementação com néctar de Jamelão sobre o estresse oxidativo, dano muscular e desempenho aeróbio, anaeróbio e de força atletas de Handebol, após 28 dias de suplementação.

3.2 ESPECÍFICOS:

- Avaliar o efeito da suplementação com néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*) em marcadores de estresse oxidativo e dano muscular após um mesociclo de treinamento;

- Avaliar o efeito da suplementação com néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*) no desempenho aeróbio, anaeróbio e de força de atletas de Handebol;

- Avaliar a influência do protocolo de suplementação com néctar de Jamelão sobre a atividade comportamental (avaliação psicométrica) e marcadores das funções hepáticas e renais.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de um estudo caracterizado como experimental, randomizado, duplo-cego e controlado. Segundo Cerro e Bervian (2004), estudo experimental é caracterizado pela administração de um ou mais tratamentos teste e um tratamento controle distribuídos de forma aleatória nos grupos, com a finalidade de avaliá-los. Neste tipo de pesquisa, as variáveis são manipuladas diretamente e relacionadas com o objeto de estudo. Através da criação de situações de controle, procura-se evitar a interferência de variáveis intervenientes. Interfere-se diretamente na realidade, manipulando-se a variável independente a fim de observar o que acontece com a dependente estabelecendo-se uma relação de causa-efeito com o objetivo de testar uma hipótese experimental.

4.2 ASPECTOS ÉTICOS

O trabalho foi submetido e aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI, sob Parecer de número 1755888 (ANEXO 1), seguindo as normas da Resolução 196/96 e 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. Os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO 2). A privacidade e a confiabilidade dos dados e o anonimato dos indivíduos envolvidos neste estudo foram assegurados. O uso e a destinação dos dados coletados foram de exclusividade desta pesquisa.

4.3 ELABORAÇÃO DO NÉCTAR DE JAMELÃO, AVALIAÇÃO SENSORIAL, COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO*.

Primeiramente duas formulações de néctar foram elaboradas e avaliadas quanto à aceitação sensorial e intenção de compra. Posteriormente, foram realizadas as determinações preliminares de fenólicos e atividade antioxidante das

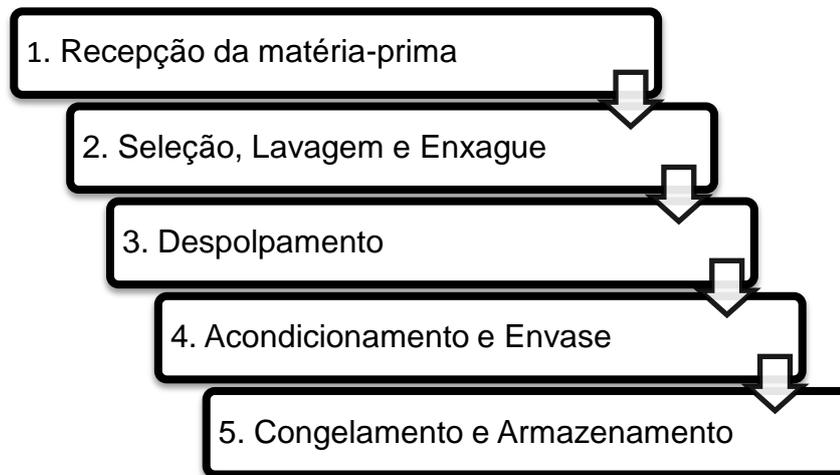
duas formulações. Em seguida, após analisar as diferenças entre as mesmas, realizou-se a escolha da formulação padrão a ser suplementada. Esta foi, então, caracterizada em termos de compostos fenólicos, incluindo ácidos fenólicos, flavonóides e antocianinas. Feito isso, seguiu-se o estudo experimental com atletas de handebol.

4.3.1 Obtenção dos frutos, extração da polpa e processamento do Néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*).

O processo de obtenção dos frutos e elaboração da polpa congelada é mostrado na Figura 3. Inicialmente os frutos do Jamelão (*Syzygium cumini*) colhidos manualmente de árvores adultas localizadas na cidade de Teresina-PI, no período de outubro a dezembro de 2016 e transportadas em caixas rasas, para evitar o esmagamento das frutas das camadas de baixo, sendo armazenadas sob refrigeração (entre 5°C e 12°C), até o início do processo de produção (MATTA et al., 2005). Em seguida, os frutos foram selecionados de acordo com o grau de maturação (determinado visualmente, sendo colhidas as frutas de coloração roxa), descartando-se aqueles que apresentarem danos físicos, presença visível de sujidades e doenças fúngicas macroscópicas. Logo depois, foram higienizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 100ppm por 5 minutos e depois enxaguados em água corrente.

Pela própria característica do fruto em estudo e pelo interesse de aproveitamento de polpa e casca do fruto, após os processos de recepção, seleção e higienização, os mesmos foram despulpados. Para a obtenção da polpa de Jamelão, as frutas foram cortadas com faca de aço inoxidável e a separação do caroço foi feita manualmente, sendo este descartado. Em seguida, as polpas foram transferidas para embalagens de polietileno e, finalmente, foram congeladas e armazenadas a -18 °C (ROSENTHAL et al., 2003).

Figura 3 – Processamento da polpa de Jamelão (*Syzygium cumini*)



FONTE: adaptada de Matta, 2005.

O Néctar deJamelãofoi elaborado utilizando-se água potável filtrada, açúcar cristal (Cristal®) e polpa (fração comestível com a pele) conforme Tabela 1 abaixo. Os teores máximos e mínimos dos componentes das misturas (formulação) dos néctares foram pré-estabelecidos em ensaios preliminares.

Tabela 1 – Composição das formulações do néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*)

Ingredientes	F1	F2
Polpa de Jamelão (g)	50	33,3
Açúcar (g)	10	4
Água (mL)	100	100
Diluição	1:1	1:2
Concentração do Néctar (%)	50	33

FONTE: dados da pesquisa.

No processamento do néctar, a polpa de Jamelão foi descongelada a temperatura de 25°C e homogeneizada com açúcar e água em liquidificador industrial (Siemens, D560484, Jaraguá do Sul, Brasil). Cada néctar foi envasado em garrafa de plástico com capacidade de 1L, previamente sanitizada em solução de

hipoclorito e recravados com tampas plásticas de forma manual. As garrafas contendo o néctar foram armazenadas em geladeira a 5°C.

4.3.2 Avaliação sensorial e Intenção de compra

As formulações do Néctar de Jamelão foram avaliadas por um painel sensorial, composto de 100 avaliadores não treinados, incluindo alunos, professores e demais funcionários do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia - IFPI. O teste de aceitação de atributos foi realizado em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial do IFPI. Foram avaliados os atributos cor, aroma, sabor, textura e aceitação global das amostras de néctar de Jamelão, usando-se uma escala hedônica de nove pontos (APÊNDICE B), com extremidades denominadas desgostei muitíssimo (1) e gostei muitíssimo (9) (VILLANUEVA; PETENATE; DA SILVA, 2005; BORGES et al., 2011).

Foi avaliada também a intenção de compra das amostras utilizando uma escala hedônica estruturada de cinco pontos, com extremos de “certamente não compraria” (1) a “certamente compraria” (5) (MEILGAARD *et al.*, 2007) (APÊNDICE C).

As amostras foram servidas a 4°C, em taças de acrílico transparente, no volume de 40 mL de cada amostra. Cada julgador recebeu, em ordem aleatorizada, as duas amostras, foi servida água aos julgadores para a limpeza da boca antes e entre as avaliações das amostras de néctar de Jamelão.

4.3.3 Conteúdo fenólico total

A quantificação dos compostos fenólicos seguiu a metodologia descrita por Swain Hills (1959), adaptada por Sousa, Vieira e Lima (2011) e foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos do IFPI, utilizando-se o reagente Folin Ciocalteu e as leituras foram realizadas em triplicata das absorbâncias em espectrofotômetro a 720 nm.

4.3.4 Análise de fenólicos em HPLC-DAD-FLD

O perfil fenólico do néctar de Jamelão utilizado no presente estudo foi avaliado pelo Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido (Petrolina, Pernambuco, Brasil) utilizando procedimento validado e publicado internacionalmente (NATIVIDADE, et al., 2013). Doze compostos fenólicos foram positivamente identificados e quantificados por HPLC usando-se um sistema Alliance Waters 2695 (Milford, MA, EUA) equipado com um detector de matriz de diodos (DAD) e um detector de fluorescência (FLD). Aquisição de dados e a análise foram realizadas com o software Waters Empower™ 2 (Milford, MA, EUA). As separações foram realizadas usando um Gemini NX C18 Coluna (150 mm × 4,6 mm, 3,0 µm, Phenomenex®, Torrance, CA, EUA). A temperatura foi mantida a 40 ° C e a taxa de fluxo foi ajustada para 0,5 mL.min⁻¹. A fase móvel A consistiu em 0,85% de solução de ácido fosfórico e acetonitrilo como fase móvel B. O gradiente de eluição foi usado da seguinte maneira: 0 min, 100% A; 10 min, 93% A; 20 min, 90% A; 30 min, 88% A; 40 min, 77% A; 45 min, 65,0% A e 100%B a 55 min. O néctar de Jamelão foi diluído usando solução de ácido fosfórico a 0,85% e filtrada através de uma membrana de nylon de 0,45 µm (Phenomenex®, Torrance, CA, EUA). O volume de injeção foi de 10 µL e a detecção de fluorescência a 320 nm foi utilizada para identificação dos seguintes compostos: (+) - catequina, procianidina B2, procianidina A2, e (-) - epicatequina. A detecção da matriz de diodos foi usada da seguinte maneira: 220 nm para ácido gálico, (-) - galato de epigallocatequina, (-) – epicatequina- galato e procianidina B1; 320 nm para o restante dos ácidos fenólicos; 360 nm para flavonóis e 520 nm para antocianinas.

4.3.5 Método de captura do radical ABTS+ [2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico]

A atividade antioxidante foi medida pelo método de captura do radical ABTS. O radical ABTS•+ foi gerado a partir da reação de 7 mM de ABTS com 2,45 mM de persulfato de potássio, sendo reservados à temperatura ambiente e na ausência de luz, por 12-16 horas. Transcorrido esse período, a solução foi diluída em etanol PA até obter-se uma solução com absorvância de 0,70 (± 0,01). Adicionou-se 40 µL das

amostras diluídas (em etanol) a 1960 µL da solução contendo o radical, determinando-se a absorvância em espectrofotômetro a 734 nm, após 30 minutos de reação (RE et al., 1999, adaptado por LIMA, 2008). Como solução padrão, usou-se o antioxidante sintético trolox para construção de uma curva de calibração. Os resultados foram expressos em TEAC – capacidade antioxidante equivalente ao trolox (µmol de trolox por grama de amostra).

4. 4 ESTUDO EXPERIMENTAL COM ATLETAS DE HANDEBOL

4.4.1 População do estudo e Critérios de Inclusão

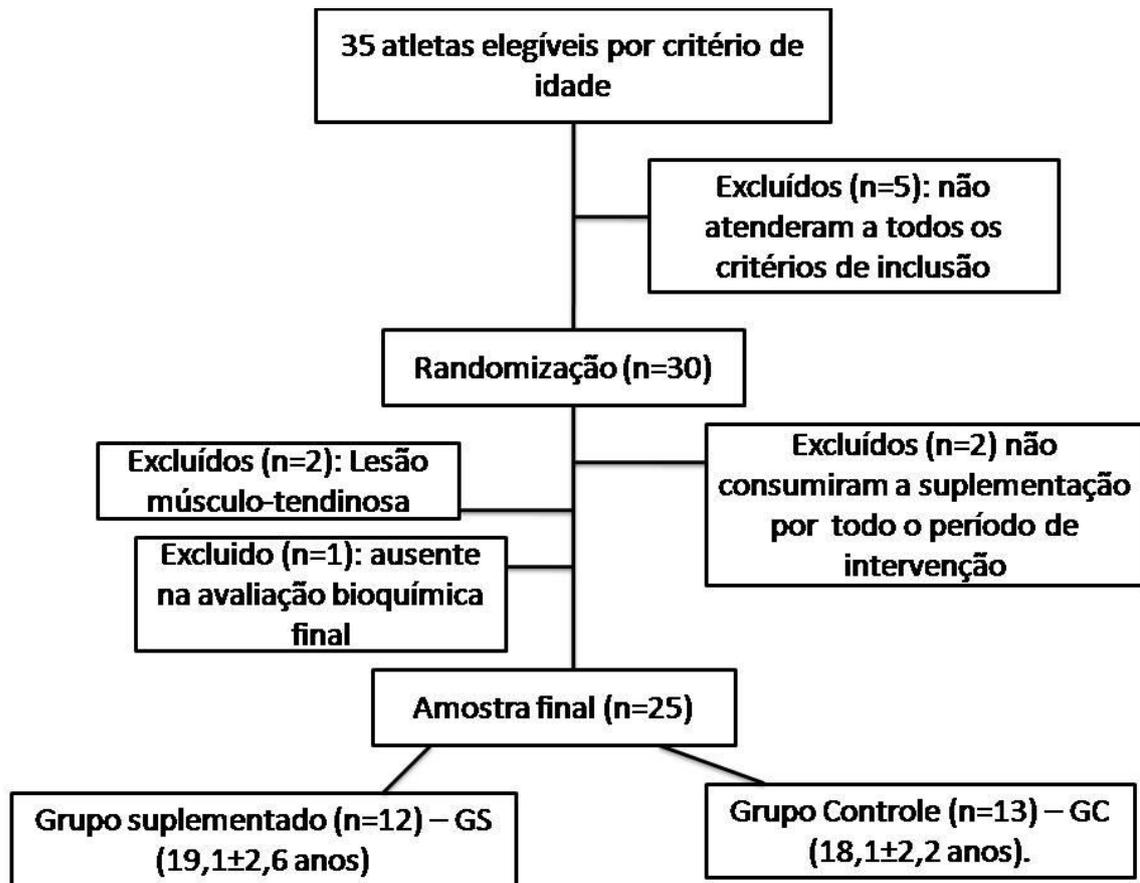
O estudo foi desenvolvido com atletas de Handebol, do sexo masculino, categorias Juvenil e Adulta (acima de 16 anos) do time GHC ou Caic Balduino/GHC. Como critérios de inclusão os atletas deveriam ter: no mínimo um ano de treinamento; com frequência semanal de cinco treinos; estar treinando há pelo menos três meses ininterruptamente na temporada; e participar assiduamente de competições. Não poderiam apresentar nenhuma doença crônica degenerativa, ser tabagistas ou fazer uso contínuo de qualquer medicamento. Não deveriam ter o hábito de consumir regularmente o Jamelão ou derivados, assim como suplementos alimentares, vitamínicos ou antioxidantes.

4.4.2 Amostra

Na figura 4, é apresentado o Fluxograma da distribuição dos grupos amostrais. Partiu-se de um universo de 35 atletas que atendiam ao critério de idade, destes cinco não treinavam com frequência semanal de cinco dias, ficando a amostra restrita a 30 atletas, dividida aleatoriamente em dois grupos, grupo suplementado e controle, utilizando-se para isso a randomização simples (www.randomizer.org). Porém, durante o estudo, foram excluídos dois sujeitos que sofreram lesões musculotendinosa, dois atletas que não consumiram a quantidade de néctar de Jamelão ou bebida controle e um por não comparecer para coleta sanguínea final. Após as perdas amostrais, o estudo foi conduzido com 25 atletas do sexo masculino, sendo 12 no grupo experimental ($19,1 \pm 2,6$ anos) e 13 no grupo

controle ($18,1 \pm 2,2$ anos). Os atletas se encontravam em período de preparação para a participação em competição regional, com treinos diários, com frequência de cinco vezes por semana e com duração de duas horas e meia por sessão, seguindo previamente o estabelecido na planilha de treino prescrita pelo treinador incluindo preparação física, fundamentos técnicos e táticos. Dessa forma, o estudo não modificou a rotina de treino dos voluntários do estudo.

Figura 4– Fluxograma da distribuição dos grupos amostrais.



FONTE: dados da pesquisa.

4.4.3 Desenho do estudo clínico

O desenho experimental do estudo clínico está representado no Quadro 1. Os voluntários foram inicialmente submetidos às avaliações: nutricional (composição corporal e inquéritos alimentares); psicométrica; bioquímicas (estresse oxidativo, desgaste muscular; nitrito plasmático, marcadores de função hepática e renal) e de desempenho (aeróbio, anaeróbio e de força). Posteriormente, foi realizada a

randomização, conforme a qual os indivíduos foram alocados em grupo suplementado e controle. A partir daí, passaram a consumir duas doses diárias, o equivalente a $10 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de néctar de Jamelão ou bebida de carboidrato, sendo uma antes e a outra após os treinos durante 28 dias. 48h após o 28º dia de suplementação os atletas foram submetidos às mesmas avaliações iniciais.

Quadro 1- Desenho experimental do estudo clínico.

MOMENTOS AVALIATIVOS		
- Pré-intervenção - Pós-intervenção		
Abstinência de exercício físico por 48h e jejum de 12 horas prévias às avaliações nutricional e bioquímica.		
AVALIAÇÕES	TESTES DE DESEMPENHO	AVALIAÇÃO PSIMOMÉTRICA
-Nutricional - Bioquímica (coletas de sangue) - Pressão Arterial	-Capacidade aeróbia (Shuntle run 20 m) - Resistência Anaeróbia (RAST) - Potência de Membros inferiores (Squat Jump e Countermovement Jump)	- POMS: <i>Profile of Mood States</i>
SUPLEMENTAÇÃO: duas doses diárias ($10\text{mL.Kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), uma pré e a outra pós treino por 28 dias.		

Fonte: dados da pesquisa

As avaliações fisiológicas foram realizadas no período da manhã (07:00 – 08:00) e sempre depois de um intervalo de 48 horas sem praticar qualquer tipo de exercício físico. Para as coletas sanguíneas os voluntários deveriam estar 12 horas em jejum, e imediatamente após a coleta recebiam um lanche.

4.4.4 Composição Corporal

Antes do início do protocolo de suplementação e ao final dos 28 dias de intervenção crônica foram coletadas medidas antropométricas para avaliar o estado nutricional dos participantes, através do Índice de Massa Corporal (IMC) proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1995). Todas as medidas forma

padronizadas conforme os parâmetros de avaliação física propostos por Petroski (2003).

A composição corporal dos atletas foi analisada através de um impedanciômetro bipolar (OSROMN), modelo 214, (MALAVOLTI et al., 2003). A partir desta avaliação foram obtidos os dados de análise da composição corporal por meio de valores absolutos e relativos de massa muscular e massa de gordura, dentre outros, além de diagnóstico de obesidade e balanceamento de massa magra. Para realização do exame os atletas foram instruídos a seguirem algumas recomendações: chegar na hora marcada, vestir roupas leves, como shorts ou sungas, não praticar exercício físico 12 horas antecedentes ao exame, não consumir diurético ou cafeína 12 horas antes, não se alimentar 2h antes, não ingerir líquidos 30 minutos antes e não estar com a bexiga cheia antes do procedimento.

4.4.5 Consumo Alimentar

Foram aplicados recordatórios alimentares de 24h – R24h (APÊNDICE A), que consiste em definir e quantificar todos os alimentos e bebidas ingeridas no período de 24h precedentes ao dia da entrevista (GIBSON, 1990). Os R24h foram aplicados três vezes com cada atleta, sendo dois representativos de dias semanais e um de final de semana. Foram considerados para a avaliação da adequação do consumo dietético de macronutrientes os valores de referência propostos pela Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva (KREIDER et al., 2010).

O software Nutwin (UNIFESP, versão 1.5.2.51) foi utilizado para determinação dos consumos energéticos, de macro e micronutrientes (zinco, cobre selenio, vitamina C, E e A). O consumo de micronutrientes foi analisado conforme as diretrizes da Dietary Reference Intakes (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006).

Juntamente aos recordatórios de 24 horas, foram registrados desconfortos gastrointestinais tais como, dor abdominal, inchaço, constipação, diarreia, azia, flatulência e náuseas, adaptado de Toscano et al. (2015)(ANEXO 2).

Os voluntários foram orientados a não ingerir qualquer suplemento esportivo e a não utilizar nenhum novo alimento rico em antioxidantes durante o estudo, a fim de assegurar a exclusão de quaisquer efeitos associados à alimentação sobre o procedimento experimental. Neste período eles foram orientados a manterem seus padrões alimentares habituais.

4.4.6 Protocolo de suplementação

Para a determinação da formulação do néctar de Jamelão a ser suplementada foram analisados os resultados da avaliação sensorial. Para esta análise foi observada que o néctar F2 obteve maiores médias para todos os atributos sensoriais investigados (cor, aroma, sabor, textura e aceitação global, inclusive maior potencial de mercado, na avaliação da intenção de compra, com diferenças significativas ($p < 0,05$), conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Notas médias de avaliação dos atributos sensoriais e intenção de compra das formulações do néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*).

Atributos	F1	F2
Cor	6,2 ^a ± 2,1	7,7 ^b ± 1,4
Aroma	5,7 ^a ± 1,6	6,5 ^b ± 1,7
Sabor	5,7 ^a ± 1,8	6,8 ^b ± 1,9
Textura	5,3 ^a ± 2,0	6,8 ^b ± 1,8
Aceitação Global	6,2 ^a ± 1,7	7,2 ^b ± 1,5
Intenção de Compra	3,4 ^a ± 0,8	4,5 ^b ± 0,5

FONTE: dados da pesquisa. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Escala de notas da avaliação sensorial: 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente). Escala de notas da avaliação de intenção de compra: 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria).

Diante disso, no presente estudo, os indivíduos consumiram 10 mL. Kg⁻¹.dia⁻¹ do néctar de Jamelão F2 (3,3 g de polpa de Jamelão.Kg⁻¹.dia⁻¹, com conteúdo de polifenóis totais correspondente a 12,9 mg EAG.Kg⁻¹.dia⁻¹), divididos nos momentos antes da sessão de treino (30 a 45 minutos pré-treino) e imediatamente após o treino, durante 28 dias, conforme o protocolo adotado por O'Byrne et al. (2002) e Toscano et al. (2015). Nos dias em que não houve treino a suplementação foi consumida nos lanches, à escolha dos atletas.

O grupo controle recebeu uma bebida de carboidrato que foi administrada de forma isocalórica, isoglicídica e isovolumétrica, por meio de uma planilha de

conversão conforme o peso de cada atleta, como proposto nos estudos de McLeay et al. (2012), Tsitsimpikou et al. (2013) e Toscano et al. (2015), que utilizaram bebida de carboidrato como controle para sucos de fruta. A composição nutricional das duas bebidas é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição nutricional das bebidas suplementadas.

Composição nutricional	Néctar de Jamelão (33g de polpa + 4g de açúcar + 100 mL de água)	Bebida controle – (8 g de Maltodextrina + 100mL de água)
Calorias (kcal)	30	30
Carboidratos (g)	7,5	7,5
Proteínas (g)	0,17	0
Lipídeos (g)	0,03	0
Fibras (g)	0,6	0

FONTE: dados da pesquisa.

Os produtos foram preparados e entregues diariamente aos voluntários dos grupos GS e GC, de forma individualizada em garrafas plásticas identificadas, de modo que foram realizadas visitas rotineiras para acompanhamento da suplementação e investigação de possíveis desconfortos gastrintestinais. Foi solicitado que os voluntários entregassem as embalagens vazias semanalmente, para que pudessem receber novos produtos. Nesse período eles foram orientados a manterem seus padrões alimentares habituais.

Os participantes foram convidados a preencherem uma súmula simples (APÊNDICE D), marcando com X os dias em que consumiram o produto fornecido para conferência da adesão ao protocolo de suplementação. Para estimular a fidelização no consumo do produto fornecido, os pesquisadores fizeram ligações e enviaram mensagem por *WhatsApp* para todos participantes.

4.4.7 Coletas Sanguíneas e Análises bioquímicas

Amostras sanguíneas foram coletadas em dois momentos: basal e no 28º dia (após 48h do último treino para este último dia). Em cada uma das coletas foram realizados os seguintes procedimentos: coleta de sangue em jejum de 12 horas, oferta de desjejum, tal refeição foi composta por alimentos comumente consumidos pelos atletas (pão francês, pão doce, ovos, queijo mussarela, banana prata, achocolatado, suco de frutas e biscoito água e sal), os mesmos foram orientados sobre as quantidades de porções a serem consumidas (1-1,5g carboidrato/kg), conforme realizado por Silvestre et al. (2014), porém por questões éticas os atletas puderam ajustar sua ingestão aos seus hábitos, desde que limitassem suas escolhas aos alimentos disponibilizados no estudo. Também foi feita a quantificação do volume de água ingerido no período entre a coleta sanguínea e o início dos testes de desempenho.

Foram coletados 10 mL de sangue venoso de cada voluntário por uma enfermeira treinada e experiente. Foi exigido que os atletas estivessem em jejum de no mínimo 12h e sem praticarem qualquer exercício físico durante as 48h que antecedem à coleta.

As amostras foram centrifugadas a 3000rpm por 10 minutos e o sobrenadante (soro ou plasma) transferido para microtubos e refrigerado a -20°C até as análises. As coletas sanguíneas e análises bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Biofísica e Fisiologia (Universidade Federal do Piauí – UFPI).

Foram realizadas as seguintes análises: marcadores de estresse oxidativo (Capacidade Antioxidante Total - CAT, o oxidante MDA, ácido úrico e nitrito plasmático); marcadores de dano muscular (Creatina quinase - CK e Lactato desidrogenase -LDH; o perfil glicêmico (glicose plasmática) e lipídico (colesterol total, frações e triglicerídeos); a função hepática (Alanina Amino Transferase – ALT) e Aspartato Amino Transferase – AST) e função renal (creatinina e uréia).

4.4.7.1 Marcadores de Estresse Oxidativo

4.4.7.1.1 Capacidade Antioxidante Total

Imediatamente após a coleta, as amostras de plasma foram colocadas em microtubos protegidos da luminosidade. A análise foi baseada no método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) no qual uma alíquota de 1,25 mg de 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) foi diluída em 100 mL de etanol (álcool etílico absoluto 99,5%), mantida sob refrigeração e protegida da luz. Foram adicionados 3,9 mL da solução de DPPH a 100 µL de plasma em tubos, que em seguida serão agitados em vórtex e deixados em repouso por 30 minutos. Posteriormente, foram centrifugados a 10.000 rpm à temperatura de 20°C por 15 minutos e o sobrenadante utilizado para a realização da leitura em espectrofotômetro (Biospectro SP-22, Curitiba, Brasil) a um comprimento de onda de 515 nm. Os resultados foram expressos como percentual da atividade antioxidante (AOA):

$$AOA = 100 - \frac{[DPPH \cdot R]_t}{[DPPH \cdot R]_B} \cdot 100$$

onde, $[DPPH \cdot R]_t$ e $[DPPH \cdot R]_B$ correspondem às concentrações de DPPH• remanescente após 30 minutos, avaliadas na amostra (t) e no branco (B) preparado com água destilada.

4.4.7.1.2 Peroxidação Lipídica

A quantificação dos níveis da peroxidação lipídica no plasma foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Ohkawa, Ohishi e Yagi (1979). A atividade oxidante será quantificada a partir da peroxidação lipídica do MDA, através da reação do ácido tiobarbitúrico (TBARS), com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Em seguida, foi incubado em banho-maria a 37° por 60 minutos e a mistura precipitada com ácido perclórico a 35% e centrifugada a 14000 rpm por 10 minutos à 4°C. O sobrenadante foi transferido para novas alíquotas e adicionado 400µl de ácido tiobarbitúrico a 0,6% e incubado a 95 – 100° C por 60 minutos. Após o resfriamento, o material foi lido em espectrofotômetro ultravioleta (Bioespectro, modelo SP 22, Brasil) a um comprimento de onda de 532 nm, em temperatura ambiente.

4.4.7.1.3 Ácido úrico

As concentrações de ácido úrico foram quantificadas em soro pelo método Enzimático-Trinder, por meio do kit comercial Ácido Úrico Liquiform, conforme instruções do fabricante (Laybtest, Minas Gerais, Brasil). A absorbância foi obtida no analisador automático Labmax 240 premium (Labtest, Minas Gerais, Brasil), no comprimento de onda 520nm.

4.4.7.1.4 Quantificação de Nitrito Plasmático

A produção endógena de óxido nítrico foi determinada em nitrito. A concentração de nitrito foi determinada pela reação de Griess que quantifica o nitrito na amostra através da reação de diazotização formando um cromóforo de cor rósea. O reagente foi preparado utilizando partes iguais de ácido fosfórico 5%, sulfanilamida 1% em ácido fosfórico a 5%, dicloridrato de N-(1-Naftil)-etilenodiamina (NEED) a 0,1% e água destilada. Segue-se a detecção do nitrito com a adição de 500 µL do reagente de Griess a 500 µL da amostra. Após 10 minutos, a absorbância foi medida em um espectrofotômetro (Biospectro, SP-220/Brasil) a um comprimento de onda de 532nm. As concentrações de nitrito foram calculadas por extrapolação para uma curva padrão de NaNO_2 e os dados expressos em micromoles (GREEN; TANNERNBAUM; GOLDMAN 1981).

4.4.7.2 Marcadores de Dano Muscular

4.4.7.2.1 Creatina Quinase (CK)

A concentração plasmática de creatina quinase foi quantificada em modo cinético através do método International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (UV-IFCC, 2002), por meio do kit comercial CK-NAC Liquiform (Labtest, Minas Gerais, Brasil) seguindo as instruções do fabricante. A absorbância foi obtida no analisador automático Labmax 240 premium, no comprimento de onda 340nm.

4.4.7.2.2 Lactato Desidrogenase (LDH)

A concentração plasmática da enzima Lactato Desidrogenase foi quantificada através do método de Piruvato-Lactato em modo cinético, por meio do kit comercial LDH Liquiform (Labtest, Minas Gerais, Brasil) seguindo as instruções do fabricante. A absorbância foi obtida no analisador automático Labmax 240 premium, no comprimento de onda 340nm.

4.4.7.3 Marcadores de Função Hepática

4.4.7.3.1 Alanina Amino Transferase e Aspartato Amino Transferase

As atividades da Alanina Amino Transferase (ALT) e da Aspartato Amino Transferase (AST) foram quantificadas em modo cinético, em soro, por meio dos kits comerciais ALT/GPT Liquiform e AST/GOT Liquiform (Labtest, Minas Gerais, Brasil), seguindo as instruções do fabricante. As concentrações foram determinadas em analisador automático Labmax 240 premium (Labtest, Minas Gerais, Brasil), no comprimento de onda 340 nm.

4.4.7.4 Marcadores de Função Renal

4.4.7.4.1 Creatinina

As concentrações de creatinina foram quantificadas em soro através do método birreagente Picrato Alcalino (Jaffé) por meio do kit comercial Creatinina K, conforme instruções do fabricante (Labtest, Minas Gerais, Brasil). A absorbância foi obtida no analisador automático Labmax 240 premium (Labtest, Minas Gerais, Brasil), no comprimento de onda 510nm.

4.4.7.4.2 Uréia

As concentrações de ureia foram quantificadas em soro através do método birreagente Enzimático-Trinder por meio do kit comercial Ureia UV Liquiform, conforme instruções do fabricante (Labtest, Minas Gerais, Brasil). A absorbância foi

obtida no analisador automático Labmax 240 premium (Labtest, Minas Gerais, Brasil), no comprimento de onda 340nm.

4.4.8 Testes de Desempenho Físico

Antes de iniciar o protocolo do estudo, os sujeitos foram familiarizados com os testes a serem realizados no decorrer do estudo. Em seguida realizam um *washout* para exercício físico durante 48 horas antes de cada protocolo, onde não realizaram treinos físicos ou atividades extenuantes, a fim de assegurar a exclusão de quaisquer efeitos associados ao treinamento prévio sobre o procedimento experimental.

Antes de todos os testes de desempenho foi realizado um aquecimento padrão que envolveu breve alongamento, seguido de aquecimento de membros superiores, tronco, membros inferiores e um aquecimento com a simulação de gestos específicos do handebol, tendo duração entre 5 a 10 minutos. Iniciou-se a bateria de testes uma hora após a coleta sanguínea.

Para evitar interferência de um teste sobre o resultado de outro teste, os mesmos seguiram a seguinte ordem cronológica: Dia 1 – *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump* (CMJ), com intervalo de um minuto entre cada tentativa salto e após uma hora e meia realizou-se o Teste de esforço cardiopulmonar (O *Shuttle Run Test* de 20 m (20MST)); Dia 2: Teste de potência anaeróbica (Running Anaerobic Sprint Test – RAST). Todos os testes físicos foram realizados no início e após do término do período de suplementação.

4.4.8.1 Força explosiva de membros inferiores

A força explosiva de membros inferiores foi avaliada mediante a aplicação de dois testes, o *Squat Jump* (SJ) e o *Countermovement Jump* (CMJ). Como preparação para os saltos verticais os atletas realizaram o aquecimento padrão seguidos de familiarização com a placa de contato onde foram realizados os saltos. Os atletas foram orientados a iniciar e finalizar o exercício com os pés apoiados no centro da área da placa de contato e a manter os joelhos estendidos durante a fase

aérea dos saltos. Para execução do teste, os atletas tiveram três tentativas de saltos com intervalos de um minuto entre os mesmos, conforme Silva et al. (2015).

Foi utilizada uma placa de contato da marca Hidrofit® e software Multi-Sprint®. A altura do salto foi determinada pelo deslocamento do centro de massa, calculado a partir da força gravada e massa corporal.

Para iniciar os saltos o atleta deveria se posicionar com os pés afastados à largura dos ombros, em posição ortostática e, posteriormente, realizar a flexão de joelhos sem o auxílio dos membros superiores (SILVA et al., 2015).

O Squat Jump iniciava com a flexão do joelho de 90°; um salto vertical foi realizado empurrando para cima com as pernas, evitando qualquer contramovimento. Já o Countermovemen Jump começou a partir de uma posição vertical. Os sujeitos realizavam um movimento e uma impulsão rápida. Para a análise foi considerado o melhor de 3 saltos para cada teste, assim como realizado por Hermassi et al. (2014).

4.4.8.2 Capacidade Aeróbia

O *Shuttle Run Test* de 20 m (20MST) foi utilizado para determinação o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) por apresentar movimentação de vai e vem que é bem semelhante aos deslocamentos realizados durante a partida de handebol, sendo o mesmo realizado na quadra poliesportiva utilizada pelas equipes para treinamento. O teste foi realizado de forma incremental numa distância de 20 m em idas e voltas. A velocidade inicial foi 8 Km/h com incrementos de 0,5 Km/h a cada 3 minutos (LÉGER; LAMBERT, 1982; SILVA et al., 2015).

Durante o teste o metrônomo emitiu sinais sonoros em intervalos específicos para cada estágio e a cada sinal os voluntários deveriam estar com um dos pés sobre a linha posicionada do lado para o qual o atleta estava se dirigindo, marcando dessa forma a velocidade imposta no estágio. Os términos dos estágios foram sinalizados por uma voz de comando, que avisava o número do estágio concluído, com início ininterrupto do estágio subsequente.

Os participantes foram distribuídos de forma aleatória para a realização do teste e cada atleta foi encorajado verbalmente a realizar esforço máximo. Durante as mudanças de estágio, os voluntários receberam *feedback* verbal dos avaliadores para o ajuste de velocidade. O final do teste deu-se quando o atleta não conseguiu

manter o ritmo, ficando dois metros atrás da linha de 20 metros por duas vezes consecutivas após o sinal do áudio ou, por sentir que não conseguia completar o estágio. Dessa forma, o VO_2 máx foi determinado pela seguinte equação: $VO_2\text{máx} = (6,0 * V) - 24,4$. Onde V é a velocidade (km/h) obtida no último estágio completo (LÉGER, GADORY, 1989).

4.4.8.3 Resistência anaeróbia

A resistência anaeróbica foi avaliada por meio da aplicação do RAST test (Running Anaerobic Sprint Test), é uma ferramenta bastante útil para verificar os valores de potência máxima, média e mínima em membros inferiores e como também o índice de fadiga que tem altíssima correlação com a quantidade de sprints que um atleta pode suportar dentro de uma partida. O teste pode ser aplicado em modalidades esportivas onde o atleta desloca-se em ritmos intensos e intermitentes como: o futebol de campo, o futebol de salão, o basquetebol, o handebol, o voleibol entre outros (BANGSBO, 1994; SILVA et al., 2015).

Após realizar aquecimento prévio por meio de alongamentos e corrida leve por 10 minutos e uma recuperação ativa de cinco minutos, os atletas realizaram seis corridas completas na distância de 35 metros na máxima velocidade possível, com descanso de 10 segundos entre cada repetição. O registro dos tempos em segundos e centésimos e da velocidade em m/s foi feito por meio da utilização de equipamentos de fotocélulas, da marca Hidrofit® e software Multi-Sprint®.

A partir dos tempos registrados e do peso corporal dos atletas foi calculada a potência anaeróbica de cada sprint em W/kg, onde o peso atual é multiplicado pela distância ao quadrado ($35\text{m} \times 35\text{m} = 1225$), e depois dividido pelo tempo obtido na corrida ao cubo (tempo x tempo x tempo). Com este resultado em potência (W) divide-se pelo peso atual (kg) do indivíduo obtendo-se a potência máxima em $W \cdot \text{kg}^{-1}$ (BANGSBO, 1998).

A potência anaeróbica média ($w \cdot \text{kg}^{-1}$) é a somatória do valor das seis potências em watts (W) obtidas dividido por seis. Com este resultado (W) divide o valor obtido pelo peso atual (kg) do indivíduo para achar a potência média em w/kg. Tal medida reflete a resistência localizada do grupo muscular em exercício, que utiliza energia principalmente das vias anaeróbicas (BANGSBO, 1998).

Por fim, o Índice de fadiga ($W.s^{-1}$) é a diminuição da potência máxima em watts (W) pela potência mínima em watts (W), dividido pela somatória de tempo das seis corridas (s). Tal resultado informa a queda de desempenho durante o teste, pois reflete diretamente uma diminuição da força e da velocidade (BANGSBO, 1998).

4.4.9 Avaliação Psicométrica

Os sujeitos responderam à versão do questionário *Profile of Mood States* (POMS) adaptada para o desporto por Raglin e Morgan (1989) e traduzida por Viana, Almeida e Santos (2001) (ANEXO 3), no início e após o final do período de suplementação.

Este instrumento avalia o estado de humor associado ao estresse psicológico típico de indivíduos expostos a sobrecargas de atividades físicas cotidianas. Sendo composto por 36 itens, distribuídos em seis dimensões - Tensão, Depressão, Hostilidade, Fadiga, Confusão e Vigor.

O resultado é dado como Perturbação total de humor (PTH), sendo computado através da soma das cinco primeiras dimensões e subtração da Vigor. A este resultado foi somado o valor fixo de 100 para evitar valores negativos, sendo considerados normais os valores do escore expressos até 100 (VIANA; ALMEIDA; SANTOS, 2001). Este instrumento foi adaptado por Raglin e Morgan (1989) ainda para a determinação de uma Escala de Desajuste ao Treino (TDS).

A aplicação do questionário se deu em uma sala reservada e silenciosa, onde os voluntários ficaram sentados confortavelmente. Essa é composta por 36 itens, distribuídos em seis dimensões - Tensão, Depressão, Hostilidade, Fadiga, Confusão e Vigor. O resultado é dado como Perturbação total de humor (PTH), sendo computado através da soma das cinco primeiras dimensões e subtração da Vigor. A este resultado foi somado o valor fixo de 100 para evitar valores negativos. Este instrumento foi adaptado ainda para a determinação de uma Escala de Desajuste ao Treino (TDS) por Raglin e Morgan (1989). Para isto, foram considerados seis itens adicionais (sem valor, inútil, culpado, miserável, imprestável e apático).

4.4.10 Avaliação da Pressão Arterial

A pressão arterial de todos os participantes foi registada vinte e quatro horas antes do início da intervenção e 48 horas após o período de suplementação. Três repetições foram realizadas a cada cinco minutos utilizando - se esfigmomanômetro aneróide calibrado (WelchAllyn - DS44, Nova York, EUA) ea média das duas últimas leituras foi considerada. As medidas de PA foram realizadas de acordo com as VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (DAP, 2010), levando em conta todas as recomendações de ingestão alimentar, micção da urina e atividade física prévia. Os voluntários estavam sentados pelo menos 10 minutos antes da avaliação. A pressão arterial média (PAM) foi determinada utilizando aequação: $PAM = PAD + [(PAS - PAD) / 3]$, onde PAD é pressão arterial diastólica e PAS é pressão arterial sistólica.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados estão apresentados como média e desvio padrão da média. Normalidade e homogeneidade foram avaliadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Nas análises referentes à caracterização sensorial, compostos fenólicos e atividade antioxidante das formulações do néctar de Jamelão, os resultados foram calculados por meio de médias, desvios-padrões e aplicou-se ainda o Teste de Tukey. Quanto ao estudo experimental, o teste T independente foi realizado para comparar os valores iniciais dos grupos, experimental e controle. Comparações dos momentos, inicial e 28 dias após a intervenção entre os grupos ou intragrupo foram feitas por meio ANOVA para medidas repetidas, com pós-hoc de Bonferroni. Para tudo, utilizou-se o software SPSS, versão 20.0 e adotando nível de significância $p < 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM NÉCTAR DE JAMELÃO (*Syzygium cumini*).

Os valores encontrados de fenólicos totais foram de $151,87 \pm 20,26$ mg EAG.100 g⁻¹ na amostra F1 e $128,98 \pm 1,11$ mg EAG.100 g⁻¹ de amostra (F2). Tais achados são superiores aos obtidos por Soares (2015) também em néctar de Jamelão (104,7 mg EAG.100 g⁻¹).

As duas formulações do néctar de Jamelão apresentaram um conteúdo médio de fenólicos totais, conforme a classificação adotada no estudo de Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008), que ao analisarem o teor de fenólicos totais de dezessete frutos provenientes do equador, classificaram os seus frutos em três categorias: baixo (<100 mg EAG.100 g⁻¹), médio (100 a 500 mg EAG.100 g⁻¹) e alto (> 500 mg EAG.100 g⁻¹) conteúdo de compostos fenólicos para amostras frescas.

Vale ressaltar a importância desses achados em extratos aquosos, visto que a maior forma de consumo do Jamelão é *in natura* ou na forma de sucos. Tal forma de consumo permite uma maior ingestão de compostos fenólicos. Proporcionando efeitos benéficos à saúde, principalmente pela ação antioxidante dos compostos fenólicos na prevenção de reações oxidativas e de formação de radicais livres, bem como na proteção contra danos ao DNA das células (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011).

De acordo Soares (2015), as polpas de Jamelão contêm alta concentração de compostos fenólicos e elevada capacidade antioxidante, e o conteúdo de compostos fenólicos está fortemente associado com o tipo de solvente utilizado para a extração deste componente.

Contudo, observa-se que a inexistência de uma metodologia oficial de extração de polifenóis e a consequente utilização de diversos procedimentos metodológicos com diferentes solventes extratores, permite que se encontre na literatura uma variação dos conteúdos desses compostos (NACZK; SHAHIDI, 2004).

A variedade do fruto é outro fator que interfere no conteúdo de fenólicos. Isso se confirma quando se analisa os valores de polifenóis encontrados por Ali (2011) em extrato aquoso de Jamelão, valores correspondentes a 542 mg EAG. 100g⁻¹ e 666 mg EAG.g⁻¹ para duas variedades de Jamelão, Rajamun e Kaatha,

respectivamente. Tais valores foram expressivamente superiores aos da presente pesquisa para o mesmo tipo de extrato.

Soares (2015) determinou os compostos fenólicos apenas na polpa de Jamelão, utilizando o extrato aquoso e encontrou valores que variaram de 183,41 a 223,42 mg EAG. 100g^{-1} . Ao comparar estes dados com os do presente estudo, percebe-se que o processamento do fruto pode influenciar o teor de compostos antioxidantes como os fenólicos totais, visto os valores encontrados na polpa no Jamelão (SOARES, 2015) serem superiores aos determinados no néctar. Tal achado é corroborado por Faria, Marques e Mercadante (2011) que ao avaliar o teor de compostos bioativos presentes no fruto Jamelão e no seu extrato funcional, encontraram teores de compostos fenólicos totais de 148,3 e 86,3mg EAG. 100g^{-1} , respectivamente.

A atividade antioxidante determinada pelo método de captura de radicais ABTS do néctar do Jamelão foi $0,026 \pm 0,01 \mu\text{Mol de trolox. g}^{-1}$ em F1 e $0,022 \pm 0,02 \mu\text{Mol de trolox. g}^{-1}$ em F2.

Embora não se tenha um método oficial (padrão) para determinar a atividade antioxidante em alimentos de origem vegetal, e seus subprodutos, os ensaios espectrofotométricos destacam-se como um dos mais utilizados, incluindo o método baseado na captura do radical ABTS^{++} , pela facilidade de execução e pela boa correlação com as demais metodologias para avaliar a atividade antioxidante (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011).

Uma vantagem do método ABTS^{++} é a forma de expressão dos resultados, uma vez que são expressos como valor TEAC (capacidade antioxidante total equivalente ao Trolox), tornando mais fácil a comparação dos resultados obtidos por diversos alimentos e distintos estudos (ARTS et al., 2004). Vale ressaltar que o TEAC é definido como a concentração de Trolox que apresenta o mesmo percentual de inibição que uma concentração de 1 mmol do composto de referência; assim, quanto maior o valor TEAC, mais forte é o potencial antioxidante (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011).

O Jamelão apresenta uma alta atividade antioxidante, superior até mesmo ao mirtilo e à amora-preta. Sua semente apresenta atividade antioxidante superior à polpa e à casca da fruta, podendo esta ser utilizada na formulação de extratos antioxidantes (VIZZOTTO; FETTER, 2009).

Os valores encontrados no presente trabalho da atividade antioxidante foram inferiores ao encontrado em polpas de frutas como Bacuri, goiaba, cajá, caju e tamarindo ($0,094 \pm 0,003$; $0,198 \pm 0,026$; $0,140 \pm 0,016$; $0,212 \pm 0,022$ e $0,075 \pm 0,00 \mu\text{Mol TROLOX.g}^{-1}$ de polpa) (VIEIRA et al., 2011). Sendo que as duas formulações de néctar de Jamelão não diferiram entre si quanto à capacidade antioxidante medida.

Santos et al. (2010) avaliaram os potenciais antioxidantes de polpas de cupuaçu de sete marcas comerciais e verificaram uma variação de 111 a $157 \mu\text{M}$ de Trolox g^{-1} de peso fresco em atividade antioxidante, valores superiores aos do presente estudo.

Na tabela 4 está apresentada a quantificação dos compostos fenólicos (flavanois, flavonois, ácidos fenólicos e antocianinas) na amostra analisada do néctar de Jamelão selecionado para o estudo experimental por HPLC (*High Pressure liquid Chromatography*) (NATIVIDADE et al. 2013). Foram encontrados 12 dos 28 compostos padrões permitidos pelo método validado pela EMBRAPA, Petrolina-PE. De modo que, 16 compostos não foram encontrados ou estavam abaixo dos limites de quantificação no néctar avaliado.

Observa-se que dos compostos identificados, a antocianina, malvidina-3,5-di-O-glicosídeo teve a maior concentração seguida de delphinidina-3-O-glicosídeo e cianidina-3,5-di-O-glicosídeo.

Esses achados quanto aos valores de antocianinas destacam-se no fruto em questão, principalmente referente ao teor de malvidina-3,5-di-O-glicosídeo. O valor encontrado no Jamelão para essa antocianina é cerca de 5000 vezes maior do que o encontrado no suco de uva (TOSCANO et al., 2015). Ainda comparando os dados aqui apresentados com o suco de uva integral, observa-se que a delphinidina-3-O-glicosídeo não é encontrada no suco de uva, por outro lado o néctar de Jamelão apresentou um conteúdo elevado ($48,85 \pm 1,08 \text{mg/L}$) dessa antocianina.

Tabela 4 – Quantificação dos compostos fenólicos em miligramas/litro (mg/L) no néctar de Jamelão avaliados por HPLC.

Compostos fenólicos avaliados no HPLC	
<i>Ácidos fenólicos(mg/L)</i>	
Ácido gálico	2,61±0,09
<i>Flavonóides(mg/L)</i>	
(+)-Catequina	0,61±0,00
(-)-Epicatequina	0,53±0,00
(-)-Epicatequina galato	1,39±0,07
(-)-Epigallocatequina galato	2,12±0,05
Procianidina A2	0,74±0,00
Procianidina B1	0,71±0,00
Procianidina B2	0,46±0,00
<i>Antocianinas (mg/L)</i>	
Cianidina-3,5-di-O-glicosídeo	7,53±0,16
Cianidina-3-O-glicosídeo	1,44±0,13
Malvidina-3,5-di-O-glicosídeo	205,7±2,51
Delfinidina-3-O-glicosídeo	48,85±1,08

FONTE: dados da pesquisa. Os dados representam valores médios para cada amostra ± desvio padrão (n = 3). GAE, Equivalentes de ácido gálico; CGE, Equivalentes de cianidina-O-3-glucósido.

A importância desta sub-classe de flavonóides se dá pelo de fato de além exercer suas funções corantes, as antocianinas tem apresentado benefícios à saúde com ações antioxidante e anti-inflamatória, atuando desde a inibição da oxidação do LDL a redução do risco de doenças cardiovasculares e câncer (VOLP et al., 2008), enfatizando, dessa forma, a propriedade antioxidante do Jamelão.

A eficiência da ação antioxidante das antocianinas depende da sua estrutura química e da concentração desses compostos presentes nos alimentos; entretanto,

essa quantidade está diretamente relacionada às condições ambientais às quais os alimentos são submetidos, como pH do solo no qual foi cultivado, grau de maturação do alimento, etc. (MELO et al., 2006).

Pradhan (2016), enfatiza que os principais constituintes ativos do Jamelão (folhas, flores e fruto) além das antocianinas são, ácido elágico, isoquercetina, kaempferol, triterpenoides, taninos, gallitaninas, óleos essenciais, β -sitosterol, álcool miricílico e a miricetina, responsáveis também por suas propriedades farmacológicas, compostos não identificados no estudo por limitação de padrões de leitura pelo método de análise adotado e também por alguns serem específicos da semente ou folhas do fruto.

5.2 ESTUDO EXPERIMENTAL COM ATLETAS DE HANDEBOL

5.2.1 Caracterização do Grupo de estudo

As características basais dos grupos são mostradas na Tabela 5. Ambos os grupos de indivíduos no estudo tiveram características semelhantes no início do estudo. Eram jovens (GS: $19,1 \pm 2,6$ vs. GC: $18,1 \pm 2,2$ anos, $p = 0,40$), eutróficos (GS: $22,8 \pm 2,5 \text{ kg/ m}^2$ vs. GC: $22,64 \pm 1,8 \text{ kg/ m}^2$; $p = 0,85$), normotensos, normoglicêmicos e normolipidêmicos (VII DIRETIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO, 2016).

A capacidade aeróbica dos dois grupos foi considerada boa de acordo com o American College of Sport Medicina (ACSM, 2000) e Herdy e Caixeta (2016), sendo classificados como indivíduos fisicamente treinados. Quanto à resistência anaeróbia os atletas apresentaram potência média fraca e bom índice de fadiga, conforme BANGSBO (1998).

Tabela 5 – Características iniciais dos grupos

	GS	GC	P
Variáveis antropométricas e de treino			
Idade (anos)	19,08±2,57	18,08±2,19	0,43
Sexo (M)	12	13	-
Peso (Kg)	71,20±7,56	71,70±6,99	0,67
IMC (Kg/m ²)	22,82±2,49	22,64±1,82	0,27
Gordura Corporal (%)	18,58±4,44	18,47±3,55	0,36
Frequência de treino (dias/semana)	5	5	5
Testes Físicos			
VO ₂ máx (mL.kg.min ⁻¹)	48,7±6,47	45,6±3,69	0,12
Squat Jump (cm)	32,7±3,	33,1±5,2	0,79
Countermovement Jump (cm)	35,8±3,3	36,2±5,6	0,86
Potência Média(W/Kg ⁻¹) – RAST TEST	7,9±1,4	8,5±1,2	0,23
Índice de Fadiga (W.s ⁻¹) – RAST TEST	7,0±2,2	8,0±2,8	0,37
Marcadores Bioquímicos			
MDA (µM)	4,64±1,06	4,00±1,05	0,82
CAT (%)	24,5±3,00	24, 3±4,71	0,36
Ácido úrico (mg/dL)	5,3±0,89	5,5±0,67	0,36
Nitrito (µmol/L)	15,3±2,46	17,7±2,46	0,95
CK(U/L)	210,3±65,33	179,6±52,21	0,56
LDH (U/L)	331,9±52,4	330, 7±34,4	0,24

FONTE: dados da pesquisa. Os dados são expressos como a média ± DP e os valores de p para o teste t para amostras independentes. IMC - índice de massa corporal;. MDA - malondialdeído; CAT - capacidade antioxidante total; CK - creatina quinase; LDH - lactato desidrogenase; GS: grupo suplementado; GC: grupo controle.

5.2.2 Avaliação Nutricional

Durante os 28 dias de estudo, o GS teve um consumo médio de $29,4 \pm 9,5$ Kcal/Kg/ dia, sendo $4,5 \pm 1,5$ g/Kg/dia de carboidratos, $1,4 \pm 0,5$ g/Kg/dia de proteínas e $1,0 \pm 0,5$ g/Kg/dia de lipídeos. Enquanto que GC consumiu $27,4 \pm 11,7$ kcal / g / dia sendo $3,4 \pm 1,4$ g/Kg/dia de carboidratos, $1,7 \pm 0,6$ g/Kg/dia de proteínas e $1,0 \pm 0,6$ g/Kg/dia de lípidos. Este consumo alimentar dos grupos foi semelhante em relação à ingestão de calorias e macronutrientes. Considerando os valores de referência propostos pela Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva (KREIDER et al., 2010), os indivíduos consumiram uma dieta hipoglicêmica, hiperprotéica e hipocalórica. Durante a intervenção, os grupos não alteraram seus hábitos alimentares. Além disso, o peso corporal para GS ($71,2 \pm 7,6$ vs $71,2 \pm 7,8$ kg, $p = 0,20$) e GC ($71,7 \pm 6,9$ vs $72,2,0 \pm 7,0$ kg, $p = 0,36$) não se alterou durante o estudo. A porcentagem de gordura para GS ($18,6 \pm 4,4$ vs $21,0 \pm 8,1$; $p = 0,25$) e GC ($18,5 \pm 3,5$ vs $20,6 \pm 8,9$; $p = 0,24$) também permaneceu inalterada. Ambos os grupos apresentaram baixa ingestão de vitamina A, selênio e consumo adequado das vitaminas E e C e dos minerais cobre e ferro. O grupo suplementado ainda apresentou consumo adequado de zinco.

Para a dose utilizada no estudo, três dos 12 atletas relataram desconforto gastrointestinal leve nos primeiros dias de suplementação, porém estes sintomas desapareceram após este período. Além disso, nenhum atleta queixou-se das doses administradas.

5.2.3 Efeitos do néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*) sobre marcadores de estresse oxidativo em atletas de Handebol.

Na Tabela 6 são apresentados os valores dos marcadores de estresse oxidativo antes e após a suplementação com néctar de Jamelão. Quanto à avaliação dos efeitos da suplementação sobre o estresse oxidativo observou-se que as concentrações de ácido úrico e óxido nítrico não sofreram alterações ao longo do estudo em GS e GC. Para a CAT houve efeito significativo para interação ($F = 12,234$; $p < 0,01$; *Effect Size* = 0,35) e tempo ($F = 21,317$; $p < 0,01$; *Effect Size* = 0,48).

O Pós-hoc de Bonferroni demonstrou diferença em relação ao grupo controle e ($p=0,004$), com um aumento de aproximadamente ~20,7% para GS.

Para a variável MDA, houve efeito estatisticamente significativo para o tempo ($F=5,839$, $p=0,024$, $Effect\ Size=0,20$) e interação significativa ($F=15,868$, $p<0,001$, $Effect\ Size=0,40$). Quando realizado o Pós-hoc de Bonferroni foi verificada uma diminuição de ~ 30,8% do MDA somente para o grupo GS ($p = 0,001$), bem como diferença estatisticamente significativa em relação ao GC ($p=0,023$).

Nenhuma modificação foi observada quanto aos marcadores de estresse oxidativo no grupo controle. Os dados mostram que a suplementação do néctar de Jamelão amenizou o estresse oxidativo e a peroxidação lipídica em atletas de Handebol.

Tabela 6 – Efeitos da suplementação com néctar de Jamelão nos marcadores de estresse oxidativo em atletas de Handebol.

	Inicial	28 dias	P
ÁCIDO ÚRICO (mm/dL)			
GS	5,3±0,89	5,8±0,90	0,128
GC	5,5±0,67	5,4±0,66	
CAT (%)			
GS	18,3±3,09	22,1±2,84*#	0,000
GC	17,4±2,75	17,9±2,41#	
MDA (µM)			
GS	4,64 ±1,06	3,21± 0,91*#	0,001
GC	4,00 ±1,05	4,35± 0,71#	
NITRITO (µmol/L)			
GS	15,3±2,46	16,8±3,21	0,111
GC	17,7±2,46	16,3±3,57	

FONTE: dados da pesquisa. Os dados são expressos como a média ± DP. * Indica diferenças intragrupo entre pré e pós-suplementação; # Indica a diferença entre grupos no final do estudo (ANOVA two-way com pós-hoc de Bonferroni). CAT – capacidade antioxidante total; MDA – malonilaldeído; GS – grupo suplementado; GC – grupo controle.

Esses resultados confrontam-se com os achados de Gonçalves et al. (2011), que observaram um aumento de 33% nos níveis séricos de ácido úrico em triatletas masculinos após ingestão de 300 mL / dia de suco de uva roxo orgânico durante 20 dias, associado a um aumento da atividade antioxidante.

Historicamente, o efeito antioxidante tem sido atribuído aos compostos polifenólicos presentes em alimentos potencialmente antioxidantes (RENAUD; DE LORGERIL, 1992; LIPPI et al., 2010). No entanto, em outros estudos o ácido úrico assumiu papel importante auxiliando o aumento da capacidade antioxidante total, como o estudo de Toscano et al. (2015), que, diferentemente do presente estudo, também encontrou um aumento, cerca de 38% na capacidade antioxidante e um aumento de 28,2% no ácido úrico de corredores recreacionais com a suplementação de suco de uva por 28 dias. A este respeito, o aumento nos níveis de ácido úrico e na atividade antioxidante no plasma foi considerada um dos efeitos benéficos também associado ao consumo de suco de maçã em adultos saudáveis (GODYCKI-CWIRKO et al., 2010). Nestes casos, o ácido úrico mediou os efeitos antioxidantes do suco de uva e suco de maçã.

O ácido úrico é um importante antioxidante no plasma, funciona como um eliminador de radicais de peróxido e hidróxido (FABBRINI et al., 2014) e assume um papel importante na redução do estresse oxidativo quando tem seus níveis aumentados associando-se com a elevação da concentração plasmática de outros antioxidantes não enzimáticos, como vitamina E e vitamina C. Porém, o aumento isolado na concentração do ácido úrico não pode ser considerado uma resposta específica da adaptação ao estresse oxidativo, posto que este é um produto final do ciclo das purinas (CRUZAT et al., 2007), e que tem seus níveis aumentados em uma situação de estresse oxidativo já que tem capacidade de recuperar estruturas já atacadas e que formaram radicais livres pela doação de um elétron e um próton (BARREIROS et al., 2006). Por isso, as divergências nos resultados observadas quando se analisa o teor de ácido úrico em estudos de investigação do estresse oxidativo.

Quanto aos efeitos do néctar de Jamelão sobre o óxido nítrico, avaliado pela concentração plasmática de nitrito, observou-se que embora dados recentes (KIM et al., 2015) demonstrem que os polifenóis, em especial os flavonóides, ativam a enzima eNOS, alterando sua via de fosforilação, não foi constatado aumento da

produção de óxido nítrico decorrente da suplementação com néctar de Jamelão rico em polifenóis.

Em relação a isso, Schini-kerth et al. (2010), ressaltam que os alimentos ricos em polifenóis podem aumentar a biodisponibilidade do óxido nítrico, contudo em situações prejudicadas pela presença de inibidores competitivos de eNOS e guanilil ciclase. Afirmam ainda, que outros aspectos podem mediar esse efeito, como a ação de fatores hiperpolarizantes dependentes do endotélio (EDHF). Portanto, sugere-se a necessidade de mais estudos sobre a influência dos compostos polifenólicos na via clássica de produção do óxido nítrico utilizando-se a enzima eNOS.

Embora não se tenha observado alterações nas concentrações plasmáticas de nitrito, enfatiza-se a importância da determinação desse marcador de estresse oxidativo, dada sua capacidade de induzir a produção da enzima superóxido dismutase (SOD) na camada muscular do vaso e extracelular, diminuindo o O_2^- (radical superóxido) disponível e, conseqüentemente, a produção de $ONOO^-$. O NO também induz a síntese de ferritina, que se liga a íons ferro livres e previne a geração de O_2^- (DUSSE; VIEIRA; CARVALHO, 2003). Portanto, como já dito anteriormente, o estresse oxidativo é desfavorável para o atleta o que faz extremamente necessário o monitoramento dos marcadores de atividade pró e antioxidante seja extremamente no contexto esportivo.

Um achado importante do estudo foi a redução de MDA e o aumento da Capacidade Antioxidante Total observada no grupo suplementado, tais efeitos são extremamente benéficos na proteção dos atletas contra o estresse oxidativo e suas conseqüências, desde o dano a estruturas celulares como inflamação. Visto que ao aumentar a capacidade antioxidante, aumenta-se a proteção contra a ação dos EROS, principalmente, ao ataque à membrana (FERREIRA; MATSUBARA, 1997). Ao reduzir o MDA a suplementação com néctar de Jamelão mostrou-se eficaz na redução da peroxidação lipídica (SOUSA; FERNANDES; CYRINO, 2006).

A peroxidação lipídica é caracterizada como um processo de oxidação dos fosfolipídios de membranas celulares e subcelulares. Este processo faz parte do metabolismo celular, pois exerce importante função na regulação do processo de renovação das membranas (HALLIWELL et al., 2011). Em situações de estresse oxidativo, entretanto, a peroxidação lipídica induz alteração de permeabilidade e fluxo iônico das membranas, o que promove a perda da seletividade para a entrada

e saída de nutrientes e substâncias tóxicas à célula, além de comprometer componentes da matriz extracelular (VACA, WILHELM, HARMS-RINGDAH, 1998).

Estudos têm apontado que períodos de sobrecarga de treinamento ou de trabalho físico extenuante elevam o risco de danos oxidativos a importantes estruturas celulares, por meio do processo de peroxidação lipídica (MASTALLOUDIS et al., 2004; SUREDA et al., 2009), visto que os níveis de MDA (marcador de peroxidação lipídica) são aumentados com o exercício físico, tanto exercícios excêntricos (SACHECK et al., 2003; MACHEFER et al., 2004; NIKOLAIDIS et al., 2006) de caráter contínuo, quanto exercícios intermitentes (ASCENSÃO et al., 2008) dessa forma estratégias que promovam redução da peroxidação lipídica, como a proposta nesse estudo, são fundamentais no contexto esportivo. Dessa forma, considerando que os mecanismos antioxidantes endógenos são insuficientes em remover o excesso de EROS e proteger os lipídios e proteínas da membrana contra danos oxidativos a suplementação de alimentos antioxidantes é importante para evitar as consequências negativas desse acúmulo excessivo (MYBURGH, 2014).

Outros alimentos com propriedades antioxidantes também demonstram efeito protetor contra o estresse oxidativo ao aumentar a atividade antioxidante e reduzir fatores pró-oxidantes, dentre eles o suco de uva promoveu aumento de cerca de 38% na capacidade antioxidante total, porém sem afetar os valores de MDA em corredores recreacionais (TOSCANO et al., 2015). O suco de cereja melhorou a atividade antioxidante, anti-inflamatória e reduziu a peroxidação lipídica em corredores recreacionais após uma maratona, com aumento da capacidade Antioxidante Total e redução de MDA, medida por TBARS (HOWATSON et al., 2010). O chocolate escuro foi responsável por redução de isoprostanos e da oxidação do LDL (ALLGROVE et al., 2011) e aumentou o status antioxidante em ciclistas (DAVISON et al., 2012).

A atividade antioxidante do néctar de Jamelão é atribuída ao seu teor de polifenóis e antocianinas que atuam na redução dos radicais livres e da peroxidação lipídica (SÁ, 2008). A literatura tem sustentado a premissa sobre a potência antioxidante e a capacidade de eliminação de radicais livres do Jamelão, como se observa nos estudos “in vitro” de Banerjee et al. (2005) e Banerjee e Narendhirakannan (2011). Tais autores relataram que existe uma correlação significativa entre a concentração do extrato de Jamelão e o percentual de inibição

de radicais livres ou percentual de inibição da peroxidação lipídica nos sistemas analisados.

SANT'ANA (2014) demonstrou que a suplementação de Jamelão (*Syzygium cumini*) liofilizado foi eficaz em aumentar a atividade antioxidante sérica dos animais experimentais, porém não foi observada redução da peroxidação lipídica sérica e efeito anti-inflamatório.

Os compostos antioxidantes polifenólicos presentes no Jamelão são reconhecidos pelo seu importante papel cardim metabólico e estimulante das defesas antioxidantes (VALKO et al., 2007). Foi observado em estudos anteriores que a administração oral de extrato da semente do Jamelão reduziu o dano celular, a oxidação lipídica e a inflamação, efeitos que foram associados a uma maior produção de Glutathione S-transferase, superóxido dismutase e catalase (ARUN et al., 2011). Essa ação também foi vista com a administração do fruto em si (100 a 200 mg/kg/dia) por 14 dias, resultando, principalmente em aprimoramento da produção das enzimas antioxidantes endógenas (TRIPATHI et al., 2013). Outros estudos, utilizando diferentes extratos e concentrações demonstraram aumentada atividade antioxidante, medida por vários métodos como: radical ABTS, DPPH, FRAP e ORAC, com forte correlação com o alto contingente de polifenóis e flavonóides presentes nos extratos (AQIL et al., 2012; ESHWARAPPA et al., 2014).

Shrikanta et al. (2013) observaram a presença de diversos polifenóis no fruto *Syzygium cumini*, destacando-se, na pele do fruto, a presença de ácido gálico. Quanto a isso, ressalta-se que o teor de ácido gálico determinado no néctar de Jamelão foi semelhante ao encontrado em suco de uva integral (TOSCANO, 2015).

Em estudo que analisou o potencial antioxidante de ácido fenólicos oriundos de plantas, entre eles o ácido gálico, caféico, clorogênico e protocatecuico, foi constatado que o ácido gálico apresentou maior atividade de sequestro de peróxido de hidrogênio ($90 \pm 0,1\%$) e do radical DPPH ($75 \pm 2\%$), com elevada atividade de inibição da peroxidação lipídica ($96 \pm 2\%$), demonstrando assim o elevado potencial antioxidante do ácido gálico (SRAKA; CISAUSKI, 2003).

Visto isso, conforme apresentado anteriormente, o néctar de Jamelão demonstrou um efeito antioxidante e redutor da atividade pró-oxidante, e por seus elevados teores de ácido gálico, mas principalmente das antocianinas mavidina, delfinidina e cianidina, pode-se atribuir tais efeitos à rica composição fenólica desse fruto. Esses resultados, podem posteriormente serem mais aprofundados com a

análise da atividade sérica de enzimas antioxidantes, sendo esta uma limitação desse estudo.

5.2.4 Efeitos do néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*) sobre marcadores de dano muscular em atletas de Handebol.

A ingestão do néctar de Jamelão causou uma diminuição nos níveis séricos de CK no grupo suplementado, em relação aos valores iniciais, sendo observada interação estatisticamente significativa ($F=5,980$; $p=0,002$; *Effect Size*= 0,14) e, no entanto não houve efeito principal no tempo e diferença entre os grupo ($p>0,05$). O pós – hoc demonstrou redução de aproximadamente ~28,6% nas concentrações de Creatina Kinase (CK) somente no grupo GS ($p=0,033$). Os níveis de CK não foram alterados, significativamente, no Grupo Controle (GC) no final do experimento (Tabela 7).

Os atletas do grupo GS apresentaram também uma tendência à diminuição da enzima Lactato Desifrogenase (LDH) no final do período de intervenção, observada na interação ($F=4,365$; $p=0,048$; *Effect Size*= 0,11), sem efeito do tempo e diferença dos grupos. Não foram observadas alterações em CK e LDH no grupo GC (Tabela 7).

Medições da atividade das enzimas CK e LDH têm sido utilizadas cada vez mais para determinar lesões musculares (MEEUSEN et al., 2013; BARBOSA et al., 2017).

Tabela 7 – Efeito do néctar de Jamelão em marcadores de dano muscular de atletas de Handebol.

	Inicial	28 dias	p
CK			
GS	210,25±65,34	150,17±58,24*	0,002
GC	179,62±52,21	186,15±60,47	
LDH			
GS	331,9±52,4	288,9±37,4	0,048
GC	292,7±45,3	296,8±55,8	

FONTE: dados da pesquisa. Os dados são expressos como a média ± DP. * Indica diferenças intragrupo entre pré e pós-suplementação (ANOVA two-way com pós-hoc de Bonferroni). CK – creatina quinase; LDH – lactato desidrogenase; GS – grupo suplementado; GC – grupo controle.

A redução dos marcadores de dano muscular após a ingestão do néctar de Jamelão pode ser explicada pelo aumento da capacidade antioxidante total, visto que o dano muscular induzido pelo exercício (EIMD) é acompanhado por estresse oxidativo localizado / inflamação que, no curto prazo, pelo menos, está associado a desempenho muscular prejudicado (MCLEAY et al. 2012).

A liberação da enzima creatina quinase e suas subfrações, estimulada pelo aumento da produção de EROS, está associada indiretamente ao incremento da permeabilidade na membrana das células musculares produzido pelo estresse oxidativo induzido no exercício físico (PALAZZETTI et al., 2003), uma vez que a produção excessiva de radicais livres decorrente do exercício físico, preferencialmente aeróbio, provoca lesão da membrana celular, promovendo um aumento no extravasamento da enzima citosólica creatina quinase (CK) para o plasma durante o esforço.

O aumento das concentrações plasmáticas de CK pode ser utilizado, também, como indicador de estresse durante protocolos de esforços predominantemente anaeróbios. Contudo, esse aumento parece apresentar uma cinética dependente das características do esforço precedente, tornando-se mais evidente de dois a quatro dias após exercício excêntrico (CHILDS et al., 2001; BEATON et al., 2002),

sendo a peroxidação lipídica também um fator que conduz a rompimento da membrana, micelões e aumento da permeabilidade da membrana (MCBRIDE et al., 1999).

Estudos anteriores já demonstravam uma possível relação entre a geração de radicais livres e danos musculares induzidos pelo exercício (MARIN et AL., 2013). Maughan et al. (1989) relatou que indivíduos com o maior aumento em CK, LDH e AST também mostraram a concentração mais elevada de MDA no soro.

Sobre esse aspecto observa-se nos presentes resultados que o aumento de CAT e redução de MDA foram fatores que, possivelmente conduziram a uma redução dos níveis de CK e LDH, efeitos decorrentes da suplementação com néctar de Jamelão.

Consolidando essa justificativa Myburgh (2014), afirma que os polifenóis podem promover a maior integridade da membrana muscular, por suas propriedades antioxidantes, com consequente proteção da célula muscular a danos oxidativos o que impede a liberação de enzimas na circulação sanguínea (LAFAY et al., 2009).

Portanto, este conjunto de interações entre processos inflamatórios, estresse oxidativo e dano muscular poderia explicar parcialmente as mudanças nos marcadores de estresse oxidativo e marcadores de danos musculares observados em atletas suplementados com néctar de Jamelão. Estudos adicionais com maior número de participantes e marcadores adicionais poderiam ajudar a esclarecer essas interações.

Todavia, o efeito protetor ao dano celular observado não foi capaz de aprimorar a *performance*, ao contrário dos achados de Lafay et al. (2009), no qual a suplementação com suco de uva resultou em diminuição dos marcadores de dano muscular induzido pelo exercício e promoveu o aumento de 24% na performance física e de 6,4% na potência explosiva em jogadores de handebol.

Huang et al. (2015), destaca que a suplementação com açafão, em modelo animal, também promoveu uma redução nos marcadores de dano muscular: CK, AST e ALT, enquanto que Nicol et al. (2015) demonstraram o efeito do açafão na pequena redução de CK nas primeiras 24h pós exercício em homens. Barbosa et al. (2017), também identificaram uma redução do dano muscular, evidenciado nas concentrações de CK e LDH em jogadores de futebol semi-profissionais diante da ingestão de uma pasta gergelim. Em contrapartida, Toscano et al. (2015) mostrou que a suplementação com suco de uva integral não promoveu redução do dano

muscular, avaliado pelas dosagens dessas mesmas enzimas em corredores recreacionais.

5.2.5 Efeitos do néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*) no desempenho em atletas de Handebol .

Foi observada melhoria no desempenho do grupo suplementado, porém sem mudanças significativas em relação ao grupo controle na capacidade aeróbia (Shuntle Run de 20m), força explosiva (Squat Jump e Countermovement Jump) e capacidade anaeróbia (RAST TEST) (Tabela 8).

Estudos recentes revelaram um aumento da capacidade aeróbica máxima e melhoria no desempenho esportivo concomitante com uma redução de marcadores de estresse oxidativo e dano muscular (MACRAE; MEFFERD, 2006; MEAMARBASHI; RAJABI, 2013; BARBOSA et al., 2017) com a suplementação de alimentos com propriedades antioxidantes os quais sustentaram a hipótese de que a suplementação com o néctar de Jamelão melhorasse a capacidade aeróbica dos atletas pesquisados considerando-se sua composição de polifenóis e suas propriedades antioxidantes. Embora, ainda não é claro por quais mecanismos que a redução do estresse oxidativo ou inflamação sistêmica pode contribuir para melhorar a capacidade aeróbica.

Tabela 8 – Efeitos do néctar de Jamelão nos testes de desempenho físico em Atletas de Handebol.

	Inicial	28 dias	P
$VO_{2\text{ máx}}$ (mL.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)			
GS	48,7±6,5	50,3 ±5,8	0,972
GC	45,6±3,7	45,6±6,0	
SQUAT JUMP (cm)			
GS	32,7±3,6	34,8±3,3	0,708
GC	33,1±5,2	34,7±5,1	
COUNTERMOVIMENT JUMP (cm)			
GS	35,8±3,3	36,3±3,2	0,451
GC	36,2±5,6	37,2±5,3	
RAST TEST – POTÊNCIA MÉDIA (W/kg ⁻¹)			
GS	7,9±1,4	8,1±1,2	0,863
GC	8,5±1,2	8,7±1,2	
RAST TEST - ÍNDICE DE FADIGA W/s ⁻¹)			
GS	7,0±2,2	5,9±1,8	0,669
GC	8,0±2,8	6,4±2,6	

FONTE: dados da pesquisa. Os dados são expressos como a média ± DP. * Indica diferenças intragrupo entre pré e pós-suplementação (ANOVA two-way com pós-hoc de Bonferroni). $VO_{2\text{ máx}}$ – consumo máximo; GS – grupo suplementado; GC – grupo controle.

Ressalta-se a ausência de estudos dessa natureza com o fruto em questão, com os quais se compararia os resultados atuais, diante disso, a confrontação dos resultados desse estudo foi feita com outras pesquisas que envolveram a suplementação de outros alimentos com propriedades antioxidantes, como a uva. Para este alimento não foi observada melhora no consumo máximo de oxigênio em atletas de Handebol (O’CORNNOR et al., 2013; TOSCANO et al., 2015) e nem quando se utilizou a quercetina (composto fenólico isolado) em homens não treinados (CURETON et al., 2009; GANIO et al., 2010), homens e mulheres moderadamente treinados (BIGELMAN et al., 2010) e em nadadoras jovens (DARVISHI et al., 2013). Porém, os achados do presente estudo, não são compatíveis com um estudo, no qual a suplementação com 945 mg de

epigallocatequina-3-galato, um componente antioxidante do chá verde, também presente no néctar de Jamelão, aumentou o VO_2 máx em adultos saudáveis (RICHARDS et al., 2010), assim como a menta (MURPHY et al., 2012; MEAMARBASHI, RAJABI, 2013) que também promoveram aumentos na capacidade aeróbica máxima em corredores.

A ausência de resultados significativos no desempenho aeróbio com a suplementação do néctar de Jamelão pode ser explicada frente às diferenças nas respostas fisiológicas de atletas de modalidades intermitentes e contínuas.

Visto que os estudos que revelaram aumento na capacidade aeróbica com a ingestão de alimentos antioxidantes se restringem a atividades de caráter contínuo, como corrida (MURPHY et al., 2012; MEAMARBASHI; RAJABI, 2013). Nos últimos anos, poucos estudos investigaram o possível efeito ergogênico de alimentos com propriedades antioxidantes em atletas de atividades intermitentes, destes apenas Barbosa et al. (2017) avaliou o efeito da suplementação no consumo máximo de oxigênio, no qual se observou um incremento de 17% na capacidade aeróbica em jogadores de futebol semi-profissionais com a suplementação de pasta de gergelim. A carência de estudos dessa natureza dificulta o entendimento quanto ao impacto dos alimentos antioxidantes sobre o VO_2 máx em atletas de modalidades intermitentes como o Handebol.

Quanto à Força explosiva, os resultados do presente estudo revelam que o néctar de Jamelão não foi capaz de promover adaptações fisiológicas a nível muscular para a melhoria da força explosiva. O contrário foi visto no estudo de Lafay et al. (2009), onde foi verificado um aumento de 6,4% na força explosiva após suplementação por 30 dias com suco de uva em jogadores de Handebol. Contudo, nesse mesmo estudo não foi verificado o efeito da ingestão do suco de uva na referida capacidade física em jogadores de basquete, voleibol e atletas de velocidade. O que demonstra ainda uma escassez de evidências para confirmar a relação positiva entre a suplementação com alimentos antioxidantes, ricos em polifenóis e o aprimoramento da força.

Quanto à resistência anaeróbia, embora o néctar de Jamelão não tenha promovido efeitos benéficos, outros estudos tem relatado melhorias na capacidade de recuperação da força com consequente redução da dor muscular tardia e da fadiga em atletas com a suplementação de alimentos com propriedades antioxidantes, como o romã (TROMBOLD et al., 2011), o suco de uva (O'CONNOR

et al., 2013), o açafão (NICOL et al., 2015) e suco de cereja (KUEHL et al. 2010), porém utilizando a Escala de Dor Muscular Tardia. Não foram encontrados estudos com perspectivas de determinar o efeito da suplementação com alimentos *in natura* e/ou seus produtos derivados na resistência anaeróbica, por meio de avaliações físicas em atletas, semelhante às aplicadas nesse estudo.

Portanto, o presente estudo demonstrou que a suplementação por 28 dias com néctar de Jamelão, não melhorou a performance de força e de resistência aeróbica e anaeróbia em atletas de Handebol.

Um fator que poderia explicar a ausência de resultados positivos nos testes de desempenho seria a biodisponibilidade dos polifenóis. Pois apesar de serem biodisponíveis em seres humanos após sua ingestão (DÁVALO, et al., 2006), aqueles que poderiam aumentar a capacidade física e a capacidade de trabalho podem ter sido metabolicamente convertidos em formas inativas no estômago, intestino ou fígado ou podem ter interagido com outros compostos no néctar, de forma a impedir a atividade biológica observada quando os compostos são administrados de forma isolada (RICHARDS et al., 2010; BIGELMAN et al., 2010; BIGELMAN et al., 2011), ficando em quantidades insuficientes para atuar sobre as mitocôndrias musculares. Tal hipótese também foi apontada por O'Connor et al (2013), para justificar a ausência de efeitos da suplementação com suco de uva por 45 dias consecutivos sobre a capacidade de trabalho e o consumo de oxigênio.

No presente estudo não se investigou níveis plasmáticos e urinários dos compostos fenólicos presentes no néctar de Jamelão, nem quais desses são potencialmente bioativos para o esporte e essa é uma limitação do estudo.

A ausência de melhoria significativa nos índices de desempenho do exercício em indivíduos treinados no presente estudo poderia também ser fundamentada no nível de treinamento da população estudada, pois o fato do estudo ser aplicado com uma população treinada, as respostas adaptativas são mais complexas quando comparadas com uma população destreinada ou ativa em nível recreacional (DAVISHI et al., 2013). Visto que os atletas têm uma resposta fisiológica diferente devido ao treinamento, seu status redox pode apresentar uma resposta diferente ao consumo de diferentes fontes de alimentos fenólicos, que podem ter um efeito direto na sua homeostase e, por sua vez, em seu estado de saúde e desempenho (TOSCANO et al., 2015). Pois em indivíduos treinados, a biogênese mitocondrial nos músculos esqueléticos e o desempenho de resistência já melhoraram como

resultado do exercício e nenhuma melhoria adicional aconteceria devido à suplementação (NIEMAN et al., 2009; DAVISHI et al., 2013).

Além disso, várias limitações devem ser consideradas neste estudo. Antes de mais, não se avaliou a ingestão dietética de compostos fenólicos nos participantes. É possível que o néctar de Jamelão possa afetar indivíduos com menor ingestão de compostos fenólicos na dieta. Além disso, como já dito anteriormente, não se determinou o nível de compostos fenólicos no sangue. O número de participantes pode ter sido limitado, sendo o poder deste estudo insuficiente para encontrar diferenças significativas. Talvez o aumento do poder do estudo possa revelar pequenas diferenças entre os grupos.

5.2.6 Efeitos do néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*) no estado psicométrico de atletas de Handebol.

Os atletas iniciaram o estudo com escores adequados para o estado de humor, apresentando médias iguais ou abaixo de 100, considerado o valor limite para o diagnóstico de perturbação e desajuste relacionado ao treinamento (PTH >100 pontos) (VIANA; ALMEIDA; SANTOS, 2001). Como mostrado na Tabela 9, o GS apresentou score inicial de perturbação total de humor de $100,7 \pm 17,0$ versus $89,7 \pm 11,6$ ao final do estudo ($p=0,043$; $F=4,603$, $Effect\ size=0,173$), uma redução de ~10,9%. Enquanto o GC iniciou com $99,9 \pm 12,4$ e terminou com $97,7 \pm 12,7$ ($p=0,71$). Houve redução, porém não significativa da Escala de Desajuste ao Treino em GS em relação ao GC.

Sobre esses efeitos, alguns pesquisadores sugerem que a suplementação de polifenóis pode melhorar a fadiga, depressão e ansiedade, talvez agindo sobre receptores de adenosina (ALEXANDER, 2006) ou gamaaminobutírico (BOUAYED, 2010).

Tabela 9 - Efeitos do néctar de Jamelão sobre o estado psicométrico de atletas handebolistas.

	Inicial	28 dias	P
PTH			
GS	100,7±17,0	89,7±11,6*	0,043
GC	99,9±12,4	97,7±12,7	
EDT			
GS	1,5±3,4	0,6±0,8	0,434
GC	1,5±1,9	1,5±2,4	

FONTE: dados da pesquisa. Os dados são expressos como a média \pm DP. * Indica diferenças intragrupo entre pré e pós-suplementação (ANOVA two-way com pós-hoc de Bonferroni). PTH: Perturbação Total do Humor; EDT: Escala de Disfunção do Treino; GS: grupo suplementado; GC: grupo controle.

O *Profile of MoodStates* (POMS) vem sendo utilizado no contexto desportivo desde 1980, após a adaptação por William Morgan, psicólogo esportivo, para avaliação de praticantes de exercício físico e atletas de diferentes modalidades a fim de mensurar os estados emocionais e de humor (VIANA;ALMEIDA;SANTOS, 2001). Neste âmbito, o POMS tem sido adotado como uma ferramenta auxiliar para detectar o *overreaching/overtraining* (GRANT et al., 2012; TOSCANO et al., 2015), para monitoramento do treinamento afim de propiciar o ajuste de volume e intensidade das sessões (ALVES, 2005; MONTES;GOMES, 2014) e na identificação de variações emocionais associadas à prática de exercícios físicos, competições e ao bem-estar psicológico em atletas submetidos a cargas de treino exaustivas (ESCOBAR;LACERDA, 2010; CHIODO et al., 2011).

Os resultados encontrados no presente estudo são corroborados por Carr et al. (2013), os quais observaram uma diminuição de 35% no distúrbio total de humor e 32% para a dimensão depressão em homens adultos que consumiram dois kiwis diariamente durante seis semanas, embora somente o subgrupo com alterações moderadas no distúrbio de humor tenha apresentado decréscimo significativo na PTB e na fadiga, além de um aumento na dimensão vigor.

Contudo, outros estudos não têm demonstrado relação entre o consumo de frutas ou bebidas com propriedades antioxidantes e o estado psicométrico de atletas, conforme evidenciado na investigação de Toscano et al. (2015), onde a

suplementação com suco de uva tinto integral, durante 28 dias consecutivos, não alterou a percepção do estado de humor em corredores recreacionais, mesmo quando comparado ao grupo controle que consumiu a bebida de carboidrato. O'Connor et al. (2013) também não encontraram mudanças no estado de humor de adultos fisicamente ativos após suplementação com bebida de uva por 45 dias consecutivos.

5.2.7 Efeitos do néctar de Jamelão (*Syzygium cumini*) sobre marcadores de função hepática e função renal em atletas de Handebol.

Quanto à segurança da suplementação, constatou-se que o consumo do néctar de Jamelão não promoveu alterações em marcadores de função hepática e renal (Tabela 10). Porém, foi observada uma tendência ($p=0,05$) de redução da aspartato aminotransferase (AST), no grupo suplementado.

Tabela 10 - Efeito do néctar de Jamelão sobre marcadores de função hepática e função renal em handebolistas.

	Inicial	28 dias	P
CREATININA (mg/dL)			
GS	1,2 ± 0,17	1,1 ± 0,11	0,925
GC	1,15 ± 0,13	1,12 ± 0,10	
URÉIA (mg/dL)			
GS	12,7 ± 2,81	14,7 ± 2,81	0,111
GC	13,9 ± 2,47	14,1 ± 3,35	
ALT (U/L)			
GS	18,8 ± 6,85	19,8 ± 8,73	0,308
GC	19,0 ± 3,72	22,8 ± 6,78	
AST (U/L)			
GS	26,8 ± 6,30	22,08 ± 5,63	0,055
GC	23,5 ± 7,38	26,5 ± 9,07	

FONTE: dados da pesquisa. Os dados são expressos como a média ± DP. * Indica diferenças intragrupo entre pré e pós-suplementação; (ANOVA two-way com pós-hoc de

Bonferroni). AST: aspartato amino transferase; ALT: alanina aminotransferase; GS: grupo suplementado; GC: grupo controle.

Isso demonstra que a composição do néctar de Jamelão não promoveu efeitos adversos nos marcadores hepáticos e renais. A segurança da ingestão de suco de Jamelão quanto a parâmetros hepáticos e renais, foi testada por El-Anany e Ali (2013) e os resultados bioquímicos indicaram que a administração de compostos polifenólicos presentes no suco de Jamelão não causou nenhum efeito nocivo sobre o fígado e rins de ratos, sugerindo o uso do suco de Jamelão como um alimento seguro.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este estudo demonstrou que a suplementação diária de $10 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de néctar de Jamelão durante 28 dias foi benéfica aos atletas de Handebol ao promover aumentos na capacidade antioxidante total, diminuição da peroxidação lipídica, seguidos de uma redução do dano muscular, porém sem melhorias no desempenho aeróbio, anaeróbio e de força. A suplementação com o néctar de Jamelão também influenciou positivamente o estado psicométrico dos atletas, reduzindo significativamente a Perturbação Total do Humor (PTH). O estudo concluiu ainda que o néctar de Jamelão mostrou-se seguro para o consumo tendo em vista não ter provocado alterações em marcadores de função hepática e renal.

As perspectivas futuras incluem o desenvolvimento de estudos envolvendo atletas de modalidades contínuas e demais modalidades intermitentes, além do Handebol, elaboração e ensaio clínico utilizando néctar numa concentração maior de polpa de Jamelão, considerando que no presente estudo utilizou-se 30% de polpa, ou o desenvolvimento de um suco integral ou outros viáveis sensorialmente que permitam uma concentração maior de polpa do fruto, aumentando o teor de fenólicos por dose ingerida. Além disso, estudos adicionais sobre enzimas antioxidantes e outros marcadores de estresse oxidativo devem ser conduzidos para se elucidar o papel antioxidante do néctar de Jamelão, assim como estudos com análise de citocinas para o esclarecimento de seu potencial anti-inflamatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, S.P. Flavonoids as antagonists at A1 adenosine receptors. **Phytother Res**, v. 20, n. 11, p. 1009–1012, 2006.
- ALI, R. F. M. Antioxidative effects of pomposia extract, on lipid oxidation and quality of ground beef during refrigerated storage. **American Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 52-62, 2011.
- ALJALOOD, S. O.; IBRAHIM, S. A. Use of Dietary Supplements among Professional Athletes in Saudi Arabia. **Journal of Nutrition and Metabolism**, 2013.
- ALLGROVE, L., et al. Regular Dark Chocolate Consumption's Reduction of Oxidative Stress and Increase of Free-Fatty-Acid Mobilization in Response to Prolonged Cycling. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v. 21, n. 2, p. 113-123, 2011.
- ALVES, R.N. Análise e monitoramento da relação estresse-recuperação no treinamento e na competição de nadadores de 13 a 17 anos. 125f. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION; DIETITIANS OF CANADA; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. **Journal of the American Dietetic Association**, v.109, n.3, p.509-527, 2009.
- ANGELO, P. M; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.
- APTEKMANN, N.P.; CESAR, T.B. Orange juice improved lipid profile and blood lactate of overweight middle-aged women subjected to aerobic training. **Maturitas**, v. 67, n. 4, p. 343-7, 2010.
- AQIL, F. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of anthocyanin/ellagitannin-enriched extracts from *Syzygium cumini* L. (Jamun, the Indian blackberry). **Nutrition and Cancer**, v. 64, n. 3, p. 428–438, 2012.
- ARTS, M. J. T. J., et al. Antioxidant capacity of reaction products limits the applicability of the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) assay. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, n. 1, p. 45-49, 2004.
- ARUN, R. et al. Role of *Syzygium cumini* seed extract in the chemoprevention of in vivo genomic damage and oxidative stress. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 134, n.2, p.329-333, 2011.

ASCENSÃO, A., et al. Biochemical impact of a soccer match – analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. **Clin Biochem**, v. 41, p. 841-851, 2008.

AYYANAR, M.; BABU, P. S. Syzygium cumini (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, Haikou, v.2, n. 3, p. 240-246, 2012.

BANERJEE, A, et al. In vitro study of antioxidant activity of Syzygium cumini fruit. **Food Chem**, v. 90, n. 4, p. 727–733, 2005.

BANGSBO, J. The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.151 (suppl. 619), p. 1-155, 1994.

BANGSBO, J. Quantification of anaerobic energy production during intense exercise – **Medicine Science Sports Exercise**, v. 30, n. 1, p. 47-52, 1998.

BARBOSA, C.V. da S., et al. Effects of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Supplementation on creatine kinase, lactate dehydrogenase, oxidative stress markers, and aerobic capacity in semi-professional soccer players. **Front Physiol**, v. 8, p. 196, 2017.

BARREIROS, A.L.B.S; DAVID, J.M; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v.29, n.1, p.113-123, 2006.

BEELEN, M. et al. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. **Int J Sport Nutr Exerc. Metab**, v. 20, n.6, p. 515–532, 2010.

BIGELMAN, K.A., et al. Effects of six weeks of quercetin supplementation on physical performance in ROTC cadets. **Military Medicine**, v. 175, n. 10, p. 10, p. 791–798, 2010.

BITENCOURT, P.E.R. et al. Syzygium cumini seed extract ameliorates adenosine deaminase activity and biochemical parameters but does not alter insulin sensitivity and pancreas architecture in a short-term model of diabetes. **J Complement Integr Med**, v. 12, n. 3, p. 187-93, 2015

BLOOMER, R. J; GOLDFARB, A. Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. **Can J Appl Physiol**, v. 29, n.3, p. 245-63, 2004.

BORGES, G.S.C; et al. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, v.44, n.7, p. 2128-2133, 2011.

BOUAYED, J., Polyphenols: a potential new strategy for the prevention and treatment of anxiety and depression. **Current Nutrition & Food Science**, v. 6, p. 13-18, 2010.

- BOWTELL, J.L. et al. Montmorency cherry juice reduces muscle damage caused by intensive strength exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 8, p. 544–1551, 2011.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Sci. Technol**, v. 28, n. 1, p. 25-30. 1995
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009. Padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 de junho de 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Pesquisa com Seres Humanos. Resolução nº196/96. Brasília, 1996.
- BROOKS, K.A; CARTER, J.G. Overtraining, exercise, and adrenal insufficiency. **J. Nov. Physiother**, v. 16, n.3, 2013.
- CARFAGNO, D. G; HENDRIX, J.C. Overtraining Syndrome in the Athlete. **Current Clinical Practice**, v. 13, n. 1, 2014.
- CARR, A.C., et al. Moodimprovement in young adult males following supplementation with gold kiwi fruit, a high-vitamin C food. **J nutr Sci**. v. 2, n. 24, p.1-8, 2013.
- CERVO, A.; BERVIAN, P. **Metodologia Científica**. 5.ed, São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- CHAGAS, V. T., et al. Syzygium cumini (L.) Skeels: a prominent source of bioactive molecules against cardiometabolic diseases. **Front. Pharmacol**. v.6, p. 259, 2015.
- CHANDHURI, A.K.N. et al. Anti-inflammatory and related actions of Syzygium cumini seed extract. **Phytotherapy Res**, v.4, n.1, p.5–10, 1990.
- CHAUDHARY, B; MUKHOPADHYAY, K. Syzygium cumini (L.) skeels: a potential source of nutraceuticals. **International Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 2, n. 1, p. 46-53, 2012.
- CHAVES, M. C.; GOUVEIA, J.P.G.; LEITE, C.A. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Rev. de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, set., p. 23-31, 2004.
- CHILDS, A., et al. Supplementation with vitamin C and N-acetyl-cysteine increases oxidative stress in humans after an acute muscle injury induced by eccentric exercise. **Free Rad Biol Med**,v. 31, n.6, p.745-753, 2001.
- CHIODO, S., et al. Stress-related hormonal and psychological changes to official youth Taekwondo competitions. **Scand J Med Sci Sports**, v. 21, n. 1, p. 111-119, 2011.

CONNOLLY, D.A., et al. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. **Br. J. Sports Med**, v. 40, n. 8, p. 679–683, 2006.

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

CRUZAT, V.F. et al. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Rev Bras Med Esp**, v. 13, n. 5, p. 336-42, 2007.

CURETON, K.J., et al. Dietary quercetin supplementation is not ergogenic in untrained men. **J Appl Physiol**, v. 107, n. 4, p. 1095-104, 2009.

DARVISHI, L. et al. The Use of Nutritional Supplements Among Male Collegiate Athletes. **Int J Prev Med**, v. 4, n. 1, p.68-72,2013.

DÁVALOS, A., et al. Quercetin is bioavailable from a single ingestion of grape juice. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.57, n. 5-6, p. 391–398, 2006.

DAVISON, G. et al. The effect of acute pre-exercise dark chocolate consumption on plasma antioxidant status, oxidative stress and immunoendocrine responses to prolonged exercise. **European Journal of Nutrition**, v.51, n. 1, p. 69-79, 2012.

DE BONA, K. S. et al. Protective effect of gallic acid and *Syzygium cumini* extract against oxidative stress-induced cellular injury in human lymphocytes. **Drug Chem Toxicol**, v. 39, n. 3, p. 256-63, 2015.

DJORDJEVIC, D. et al. The influence of training status on oxidative stress in young male handball players. **Mol Cell Biochem**, v. 351, n. 1, p. 251–259, 2011.

DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiol Rev**, v. 82, p. 47–95, 2008.

DUSSE, L.M.S.; VIEIRA, .M.; CARVALHO, M.D. Nitric oxide revision. **J. Bras. Patol. Med. Lab**, v. 39, n.4, 2003.

EFRAIM, P.; ALVES, A. B.; JARDIM, D. C. P. Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3. p. 181-201, 2011.

EL-ANANY, A. M.; ALI, R. F. Biochemical and histopathological effects of administration various levels of Pomposia (*Syzygium cumini*) fruit juice as natural antioxidant on rat health. **J Food Sci Technol**, v.50, n. 3, p. 487-95, 2013.

ELENO, T.G; BARELA, J.A.; KOKUBUN, E. Tipos de esforço e qualidades Físicas do handebol. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, v. 24, n. 1, p. 83-98, 2002.

ESCOBAR, L.; LACERDA, A. Identificação e caracterização dos estados de humor de atletas da seleção carioca de beach soccer durante o campeonato brasileiro. **Movimento e Percepção**, v. 11, n. 16, 2010.

ESHWARAPPA, R.S.B., et al. Antioxidant activity of *Syzygium cumini* leaf galle extracts. **Biol Impacts**. v.4, p. 101–107, 2014.

EVELSON, P. et al. Higher antioxidant defences in plasma and low density lipoproteins from rugby players. **Eur J Clin Investig**, v. 32, n. 11, p.818–825, 2002.

FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from jambolão (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. **Food Chemistry**, v. 126, 2011.

FARIA, F.R. **Efeito da suplementação crônica de curcuma longa I. Sobre marcadores de inflamação e dano muscular após uma meia maratona**. 2016. 109f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Nutrição (Fanut), Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde, Goiânia, 2016.

FERREIRA, A.L.A., MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Rev Ass Med Bras**, v.43, n.1, p. 61-68, 1997.

FIGUEIRA, R.; DUCATTI, C.; VENTURINI FILHO, W. G. Isotopic analysis method ($\delta^{13}\text{C}$) in apple-flavoured soft drinks. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 1, p. 69-74, 2010.

FINAUD, J.; LAC G.; FILAIRE, E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. **Sports Med**, v. 36, n. 4, p.327-58, 2006.

FOLIN, O.; DENIS, W. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. **The Journal of Biological Chemistry** v. 22, p. 305-308, 1915.

GANIO, M. S., et al. Effect of quercetin supplementation on maximal oxygen uptake in men and women. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 2, p. 201–208, 2010.

GEORGIEV, V.; ANANGA, A.; TSOLOVA, V. Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. **Nutrients**. v. 6, n. 1, p. 391-415, 2014.

GIBSON, R.S. Food consumption of individuals. In: Principles of nutritional assessment. **Oxford University Press**, p.37-54, 1990.

GILSON, S.F., et al. Effects of chocolate milk consumption on markers of muscle recovery following soccer training: a randomized cross-over study. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.7, p.19, 2010.

GLEESON N., et al. Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. **Br J Sports Med**, v. 37, n. 2, p. 119-25, 2003.

- GODYCKI-CWIRKO, M., et al. Uric acid but not apple polyphenols is responsible for the rise of plasma antioxidant activity after apple juice consumption in healthy subjects. **J. Am. Coll Nutr**, v. 29, n. 4, 2010.
- GOMES, E.C.; SILVA, A.N.; OLIVEIRA, A.R. Oxidants, antioxidants, and the beneficial roles of exercise-induced production of reactive species. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2012, n. 6, p. 1 -12, 2012.
- GONCALVES, M.C., et al. Organic grape juice intake improves functional capillary density and postocclusivereactive hyperemia in triathletes. **Clinics**, v. 66, p. 1537–1541, 2011.
- GORDON, A. et al. Phenolic constituents and antioxidant capacity of four underutilized fruits from the Amazon region. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 59, n. 14, p. 7688-7699, 2011.
- GOROSTIAGA, E.M., et al. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. **Med Sci Sports Exerc**, v. 38, p. 357–66, 2006
- GREEN, L. C.; TANNERNBAUM, S.R.; GOLDMAN, P. Nitrate synthesis in the germfree and conventional rat. **Science**, v.212, n.4490, p.56-58, 1981.
- GROVER, J.K., et al. Traditional Indian anti-diabetic plants attenuate progression of renal damage in streptozotocin induced diabetic mice. **J. Ethnopharmacol.**, v.76, n.3, p.233-238, 2001.
- HACKNEY, A.C. Clinical management of immuno-suppression in athletes associated with exercise training: Sports Medicine Considerations. **Acta Medica Iranica**, v. 51, n. 11, p. 751-756, 2013.
- HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants – quo vadis? **Trends in Pharmacological Sciences**, v.32, n.3, p.125-130, 2011.
- HALSON, S.L.; JEUKENDRUP, A.E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**, v. 34, n. 14, p. 967-981, 2004.
- HARMS-RINGDAHL, M.; JENSSEN, D.; HAGHDOOST, S. Tomato juice intake suppressed serum concentration of 8-oxodG after extensive physical activity. **Nutrition Journal**, v.11, n.29, 2012.
- HERDY, A.H.; CAIXETA, A. Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória pelo Consumo Máximo de Oxigênio. **Arq Bras Cardiol**, v. 106, n. 5, p. 389-395, 2016.
- HERMASSI S, et al. Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 9, p. 2424-2433, 2011.

HOWATSON, G. et al. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. **Scand J Med Sci Sports**. v. 20, n. 6, p. 843–852, 2010.

HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K.A. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. **Sports Med**. v.38, n. 6, p. 83–503, 2008.

HUANG, W.C., et al. Effect of curcumin supplementation on physiological fatigue and physical performance in mice. **Nutrients**, v.7, n.2, p. 905-921, 2015.

INGEBRIGTSEN J.; JEFFREYS I.; RODAHL S. Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. **J Strength Cond Res**. v. 27, p. 302-309, 2013.

KELLY, M.K., et al. Effects of Nacetylcysteine on respiratory muscle fatigue during heavy exercise. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 165, n. 1, p. 67–72, 2009.

KIM, C.E., et al. Flavonoids activate endothelial nitric oxide synthase by altering their phosphorylation via mitogen-activated protein kinase pathways in glucose-induced endothelial cells. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 676-684, 2015.

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

KREHER, J.; SCHWARTZ, J. Overtraining syndrome: a practical guide. **Sports Health**. v. 4, n. 2, p. 128-38, 2012.

KREIDER, R. B., et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.7, n.7, p. 1-43, 2010.

KUEHL, K.S., et al. Efficacy of tart cherry juice in reducing muscle pain during running: a randomized controlled trial. **J Int Soc Sports Nutr**. v. 7, p. 7: 17, 2010.

LAFAY, S., et al. Grape extract improves antioxidant status and physical performance in elite male athletes. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.8, n.3, p.468-480, 2009.

LAGO, E.S.; GOMES, E.; DA SILVA, R. Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): Processamento, parâmetros físico - Químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.847-852, 2006.

LEE, J.; KOO, N.; MIN, D.B. Reactive Oxygen Species, Aging, and Antioxidative Nutraceuticals. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 3, n. 1, p. 21-33, 2004.

LEEUWENBURGH, C.; HEINECKE, J.W. Oxidative stress and antioxidants in exercise. **Curr Med Chem**, v. 8, n. 7, p.829–838, 2001.

LÉGER, L. A. & LAMBERT, J. A maximal multistage 20 M shuttle run test to predict **.Eur J Appl Physiol Occup Physiol**. v. 49, n. 1, p. 1-12, 1982.

LÉGER, L. GADOURY, C. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO₂max in adults. **Can J Sport Sci**, v. 14, n. 1, p.21-6, 1989.

LEKHI, C.; GUPTA, P. H.; SINGH, B. Influence of exercise on oxidant stress products in elite Indian cyclists. **British Journal of Sports Medicine**, v.41, p.691-693, 2007.

LEWIS, E.J., et al. 21 days of mammalian omega-3 fatty acid supplementation improves aspects of neuromuscular function and performance in male athletes compared to olive oil placebo. **J Int Soc Sports Nutr**,v.18, p. 12:28, 2015.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no Pequi (Caryocar brasiliense, Camb.)**. 2008, 219f. (Tese Doutorado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

LIPPI, G., et al. Moderate red wine consumption and cardiovascular disease risk: beyond the "French paradox". **Thrombosis and Hemostasis**, v. 36, n. 1, p. 59-70, 2010.

LORENZI, H.; et al. **Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

MACHEFER, G., et al. Extreme Running Competition Decreases Blood Antioxidant Defense Capacity. **J Am Coll Nutr**, v. 23, p. 358-364, 2004.

MCBRIDE, J.M.; KRAEMER, W.J. Free Radicals, Exercise, and Antioxidants. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v.13, n. 2, 1999.

MAcRAE, H.S.; MEFFERD, K.M. Dietary antioxidant supplementation combined with quercetin improves cycling time trial performance. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**,v.16, p. 405–19, 2006.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: UFC, 2007.

MALAVOLTI, M. et al. Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years.**Ann Hum Biol**,v. 30, n. 4, p. 380-91, 2003.

MALM, C. Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction? **Acta Physiol Scand**, v. 171, n. 3, p. 233-9, 2001.

MARIN, D.P., et al.Cytokines and oxidative stress status following a handball game in elite male players. **Oxid MedCell Longev**, 2011.

MARIN, D.P., et al. Oxidative stress and antioxidant status response of handball athletes: Implications for sport training monitoring. **International Immunopharmacology**. v. 17, n. 2, p. 462–470, 2013.

MARZATICO, F., et al. Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 37, p. 235–9, 1997.

MARZOCHELLA, L., et al. Dietary flavonoids: molecular mechanisms of action as anti-inflammatory agents. **Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov**, v.5, n. 3, p. 200–220, 2011.

MASTALOUDIS, A., et al. Traber MG. Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. **Free Rad Biol Med**, v. 36, p. 1329-1341, 2004.

MASSUCA, L.M; FRAGOSO, I; TELES J. Attributes of top elite team-handball players. **J Strength Cond Res**. v. 28, n. 1, p. 178-1786, 2014.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 138-141, 2002

MATTA, V. M.; et al. **Polpa de fruta congelada**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. (Coleção Agroindústria Familiar).

MAUGHAN, R.J. Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. **Journal of Sports Science**. v. 23, n. 9, p. 883–889, 2005.

MCLEAY, Y., et al. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. **J Int Soc Sports Nutr**. v. 9,n. 1, p. 11-19, 2012.

MEAMARBASHI, A;RAJABI, A. The effects of peppermint on exercise performance. **J Int Soc Sports Nutr**. v.21, n.10, p. 1-15, 2013.

MEEUSEN, R., et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sport Medicine. **Med Sci Sports Exerc**. v. 45, n. 1, p.186-205, 2013.

MEILGAARD, M.C. et al. Sensory evaluation techniques. **Boca Raton**, n. 44, p. 275-276, 2007.

MELO, E. de A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, jul./set. 2006.

MICHALSIK, L. B.; MADSEN, K.; AAGAARD, P. Match Performance and Physiological Capacity of Female Elite Team Handball Players. **Int J Sports**, v. 35, n. 7, p. 595-607, 2014.

MIGLIATO, K.F.; et al. Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Rev. Bras. Farmacogn**, v.17, n.1, p.94-101, 2007.

MIGLIATO, K.F.; et al..Ação farmacológica de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Acta Farm. Bonaer**. v.25, n.2, p.310-304, 2006.

MIRANDA-VILELA, A.L., et al. Pequi fruit (*Caryocar brasiliense Camb.*) pulp oil reduces exercise-induced inflammatory markers and blood pressure of male and female runners. **Nutrition Research**, v.29, n.12, p.850-858, 2009.

MONTEIRO, S. Fruta para beber. Frutas e derivados. **Publicação Trimestral do IBRAF**. São Paulo: n.1, Ed. 1, p. 28-31, 2006.

MONTES, F.A.; GOMES, S.C. Correlação Entre Resistência Anaeróbia e Estados de Humor ao Longo de Uma Temporada na Modalidade Handebol. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v. 16, n. 2, p. 83-6, 2014.

MORALES-ALAMO, D.; CALBET, J. A. Free radicals and sprint exercise in humans. **Free Radic Res**. v.52, n. 2, p. 366–376, 2013.

MORZELLE, M. C.; et al. Desenvolvimento e avaliação sensorial de néctar misto de maracujá (*Passiflora edulis Sims*) e araticum (*Annonacassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.2, p.131-135, 2011.

MORZELLE, M. C., et al. Agregação de valor a frutos de ata através do desenvolvimento de néctar misto de maracujá (*passiflora edulis sims*) e ata (*annona squamosa l.*). **Alim. Nutr.**, v.20, n.3, p. 389-393, 2009.

MURPHY, M., et al. Whole Beetroot Consumption Acutely Improves Running Performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v.112, n.4, p.548-552, 2012.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NASCIMENTO, S.M do. **Caracterização e estudo do efeito do extrato hidroalcoólico epicarpo liofilizado do *Syzygium cumini* L. em ratos espontaneamente hipertensos (SHR)**. 2015. 129f. Dissertação Mestrado. Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

NATIVIDADE, M.M.P., et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of Sao Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665–674, 2013.

NICOL, L. M., et al. Curcumin supplementation likely attenuates delayed onset muscle soreness (DOMS). **Eur J Appl Physiol**, v. 115, n. 8, p. 1769-77, 2015.

NIEMAN, D.C., et al. Muscle cytokine mRNA changes after 2.5 h of cycling: influence of carbohydrate. **Med Sci Sports Exerc.** v.37, p. 1283-90, 2005

NIKOLAIDIS, M.G., et al. Exercise-induced oxidative stress in G6PD-deficient individuals. **Med Sci Sports Exerc.** v. 38, p. 1443-1450, 2006.

O'CONNOR, P. J, et al. Grape Consumption's Effects on Fitness, Muscle Injury, Ohkawa, H.; Ohishi, N.; Yagi, K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. **Anal. Biochem.** v. 95, n. 2, p. 351-358, 1979.

OTTEN, J.J.; HELLWIG, J.P.; MEYERS, L.D. (editores). Dietary references intakes: the essential guide to nutrient requirements. Washington: National Academy Press; 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE- OMS. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Genebra, 1995.

PALAZZETTI, S., et al. Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage. **Can J Appl Physiol**, v. 28, n. 4, p.588- 604, 2003.

PANIERI, E., et al. Reactive oxygen species generated in different compartments induce cell death, survival, or senescence. **Free Radical Biology Medicine**, v. 57, p. 176-187, 2013.

PATEL, R.K.; BROUNER, J.; SPENDIFF, O. Dark chocolate supplementation reduces the oxygen cost of moderate intensity cycling. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 47, 2015.

PHANIENDRA, A.; JESTADI, D.B.; PERIYASAMY, L. Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, v.30, n.1, p.11-26, 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, n. 13, 2013.

PEPATO, M.T, et al. Fruit of the jambolan tree (*Eugenia jambolana* Lam.) and experimental diabetes. **J. Ethnopharmacol**, v.96, n.1-2, p.43-48, 2004.

PESCHEK, K. et al. The effects of acute post exercise consumption of two cocoa-based beverages with varying flavanol content on indices of muscle recovery following downhill treadmill running. **Nutrients**, v. 6, n.1, p.50-62, 2014.

PETIBOIS, C., et al. Biochemical Aspects of Overtraining in Endurance Sports: The Metabolism Alteration Process Syndrome. **Sports Medicine**, v.33, n.2, p. 83-94, 2003.

PETROCZI, A.; TAYLOR, G.; NAUGHTON, D.P. Mission impossible? Regulatory and enforcement issues to ensure safety of dietary supplements. **Food and Chemical Toxicology**. v.49, n. 2, p. 393–402, 2011.

PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. 2^a. ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003.

PIRILLO, C. P.; SABIO, R. P. 100% suco: nem tudo é suco nas bebidas de frutas. **Hortifruti Brasil**, v. 8, n. 81, p. 6-13, 2009.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. **Physiol Rev.**,v. 88, n. 4, p.1243-76, 2008.

PRADHAN, M., et al. Phytochemistry, Pharmacology and Novel Delivery Applications of *Syzygium cumini* (L.). **Ljppr.Human**, v. 7, n. 1, p. 659-675, 2016.

RADAK Z, et al. Oxygen consumption and usage during physical exercise: the balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling. **Antioxid Redox Signal**. v. 18, n. 10, p. 1208-46, 2013.

RADAK, Z., et al. Adaptation to exercise-induced oxidative stress: from muscle to brain. **Exerc Immunol Rev**. v. 7, p. 90 -107, 2001.

RADAK, Z., et al. Exercise, oxidative stress and hormesis. **Ageing Res Rev**. v. 7, n. 1, p. 34–42, 2008.

RADAK, Z.; CHUNG, H. Y.; GOTO, S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. **Free Radical Biology & Medicine**, v.44, n.2, p.153-159, 2008.

RAFFAELLI, F., et al. Effects of in vitro supplementation with *Syzygium cumini* (L.) on platelets from subjects affected by diabetes mellitus. **Platelets, Early**. v.26, n. 8, p. 720-5, 2014.

RAGLIN, J.S.; MORGAN, W. P. Development of a scale to measure training-induced distress. **Med Sci Sports/ Exerc**, v.21, v.1, p. 60, 1989.

RE, R.; et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 6, p. 1231-1237, 1999.

REID, M.B.; KHAWLI, F.A.; MOODY, M.R. Reactive oxygen in skeletal muscle. III. Contractility of unfatigued muscle. **J Appl Physiol**. v.75, n. 3, p. 1081-7, 1993.

RENAUD, S.; DE LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. **Lancet**, v. 339, n.8808, p.1523-1526, 1992.

REYNERTSON, K. A., et al. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chem.**, v.109, n.4, p. 883-890, 2008.

RIBEIRO, R.M. Antihypertensive Effect of *Syzygium cumini* in spontaneously hypertensive Rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2014, 2014.

RICHARDS, J.C., et al. Epigallocatechin-3-gallate increases maximal oxygen uptake in adult humans. **MedSci Sports Exerc**, v. 42, n. 4, p. 739-44, 2010.

ROGERO, M.M.; MENDES, R. R.; TIRAPEGUI J. Neuroendocrine and nutritional aspects of overtraining. **Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.** v. 49, n. 3, p. 359- 68, 2005.

RONGLAN, L.T.; RAASTAD, T.; BORGESSEN, A. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. **Scand J Med Sci Sports**, v. 16, p. 267–73, 2006.

ROSENTHAL, A.; MATTA, V. M.; CABRAL, L, M. C.; FURTADO, A. A. L. **Processo de produção**. In: Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: polpa e suco de frutas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças: SEBRAE, 2003.

SÁ, A. P. C. S. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*syzygium cumini*, L. skeels)**. Rio de Janeiro, 2008. 88p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.

SACHECK, J.M., et al. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. **Free Radic Biol Med**, v. 34, p. 1575-1588, 2003..

SANT'ANA, Marcella Ramos. **Avaliação do potencial anti-inflamatório e antioxidante da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), do açai jussara (*Euterpe edulisMartius*) e do jambolão (*Syzygiumcumini*) em camundongos submetidos à dieta de cafeteria**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES.

SANTOS G. M., et al. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**, v.40, n.7, p.1636-1642, 2010.

SHARMA, A. K., et al. *Syzygium cumini* ameliorates insulin resistance and β -cell dysfunction via modulation of PPAR, dyslipidemia, oxidative stress, and TNF- α in type 2 diabetic rats. **J Pharmacol Sci**. v. 119, n. 3, p. 205-213, 2012.

SHARMA, S.B., et al. Antihyperglycemic effect of the fruit-pulp of *Eugenia jambolana* in experimental diabetes mellitus. **J Ethnopharmacol**, v. 104, n. 3, p. 367-73, 2006.

SHARMA, S.B., et al. Hypoglycaemic and hypolipidemic effect of ethanolic extract of seeds of *Eugenia jambolana* in alloxan-induced diabetic rabbits. **J Ethnopharmacol**, v. 85, n. 2-3, p. 201–206, 2003.

SHEI, R.J.; LINDLEY, M. R., MICKLEBOROUGH, T. D. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in the optimization of physical performance. **Mil Med**, v. 179, n. 11, p.144-56, 2014.

SHRIKANTA, A.; KUMAR,A.; GOVINDASWAMY. V. Resveratrol content and antioxidant properties of underutilized fruits.**J Food Sci Technol**. v. 52, n. 1, p. 383–390, 2013.

SILVA,S.D.N.,et al.The toxicity evaluation of Syzygium cumini leaves in rodents. **Rev.Bras.Farm**. v. 22, p. 102–108, 2012.

SILVA, W., et al. Supplementation prevalence and adverse effects in physical exercise practitioners. **Nutr Hosp**. v. 29, n. 1, p.158-165, 2014.

SILVA, A. S., et al. Physiological and nutritional profile of elite female beach handball players from Brazil. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 5, p. 503-509, 2015.

SILVA, S.A. A atividade antiplaquetária do extrato rico em polifenóis das folhas de Syzygium cumini é potencialmente mediada pela inibição da proteína dissulfeto isomerase. 2017. 98f. Tese (Doutorado). Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

SILVESTRE, J.C., et al. Efeito agudo da ingestão de concentrado de uva sobre os biomarcadores do estresse oxidativo em triatletas. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 16, n. 5, p. 533-544, 2014.

SMITH, C., et al. The inflammatory response to skeletal muscle injury: illuminating complexities. **Sports Med**. v. 38, n. 11, p. 947–969, 2008.

SMITH, L.L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 32, n. 2, p. 317-31, 2000.

SOARES, J. C. **Aproveitamento alimentar de jambolão**. 2015, 208f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás.

SOUSA, C.F.de.; FERNANDES, L.C.; CYRINO, E.S. Produção de espécies reativas de oxigênio durante o exercício aeróbio e anaeróbio. **Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum**, v. 8, n. 2, p. 102-109, 2006.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 1-9, 2011.

SOUSA, M, M. **Compostos bioativos e atividade antioxidante do fruto e do licor de Jambolão (syzygium cumini)**. 2012. 115f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí – UFPI.

SOUSA, M., et al. Nutritional supplements usage by portuguese athletes. **Int J Vitam Nutr Res.** v. 83, n. 1, p. 48-58, 2013.

SRIVASTAVA, S.; CHANDRA, D. Pharmacological potentials of *Syzygium cumini*: a review. **J Sci Food Agric**, v. 93, n. 9, p. 2084-93, 2013.

STICKEL, F., et al. Review of liver injury associated with dietary supplements. **Liver International**, v. 31, n. 5, p. 595-605, 2011.

STUPKA, N., et al. Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. **Journal Applied Physiology**, v. 91, p. 1669-1678, 2001.

SUREDA, A., et al. Relation between oxidative stress markers and antioxidant endogenous defences during exhaustive exercise. **Free Rad Res.** v. 39, n. 12, p. 1317-24, 2005.

SUREDA, A., et al. Effects of exercise intensity on lymphocyte H₂O₂ production and antioxidant defences in soccer players. **Br J Sports Med**, v.43, p. 186-190.2009.

SUREDA, A., et al. Scuba diving induces nitric oxide synthesis and the expression of inflammatory and regulatory genes of the immune response in neutrophils. **Physiol Genomics**, v. 46, n. 17, p. 647-54, 2014.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/NEPA-UNICAMP**.4.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

TEE, J.C.; BOSCH, A.N.; LAMBERT, M.I. Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. **Sports Med.** v. 37, n. 10, p. 27–836, 2007.

TORRES, R., et al. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. **Phys Ther Sport.** v.13, n. 2, p. 101–114, 2012.

TOSCANO, L.T., et al. Potential ergogenic activity of grape juice in runners. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 40, n. 9, p. 899-906, 2015.

TOSCANO, L.T., et al. Phenolics from purple grape juice increase serum antioxidant status and improve lipid profile and blood pressure in healthy adults under intense physical training. **Journal of Functional Foods**, v. 33, p. 419–424, 2017.

TRIPATHI, P., et al. Investigation of antimutagenic potential of *Foeniculum vulgare* essential oil on cyclophosphamide induced genotoxicity and oxidative stress in mice. **Drug Chem. Toxicol.** v. 36, p. 35–41, 2013.

TROMBOLD, J.R., et al. Ellagitannin consumption improves strength recovery 2–3 d after eccentric exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 3, p. 493–498, 2010.

- TROMBOLD, J.R., et al. The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise. **J Strength Cond Res**. v. 25, n. 7, p. 1782–1788, 2011.
- TSITSIMPIKOU, C., et al. Administration of tomato juice ameliorates lactate dehydrogenase and creatinine kinase responses to anaerobic training. **Food and Chemical Toxicology**, v. 61, p. 9-13, 2013.
- URSO, M.L.; CLARKSON, P.M. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. **Toxicology**. v. 189, n. 1-2, p. 41–54, 2003.
- VALKO, M., et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **Int. J. Biochem. Cell Biol.** v.39, p. 44–84, 2007.
- VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816–823, n.1, 2008.
- VII Diretriz Brasileira de Hipertensão arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 107, n. 3, supl 3, 2016.
- VIANA, M.F.; ALMEIDA, P.L.; SANTOS, R.C. Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor - POMS. **Análise Psicológica**, p. 1, n.19, p. 77-92, 2001.
- VIEIRA, L. M.; et al, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.
- VILLANUEVA, N.D.M.; PETENATE, A.J.; DA SILVA, M.A.A.P. Performance of hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v.16, n.8, p.691-703, 2005.
- VIZZOTTO M.; FETTER M. R. Jambolão: o poderoso antioxidante. **Cultivar**, v.1, n.1, p.2, 2009.
- VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. **Boletim de Pesquisas e Desenvolvimento**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2008.
- VOLLAARD, N.B.J.; SHEARMAN, J.P.; COOPER, C.E. Exercise-induced oxidative stress: myths, realities and physiological relevance. **Sports Med**, v. 35, n. 12, p. 1045–1062, 2005.
- VOLP, A. C. P., et al. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 23, n. 2, p.141-9, 2008.

WAGENER, F. A.; CARELS, C.E.; LUNDVIG, D.M. Targeting the redox balance in inflammatory skin conditions. **International Journal of Molecular Sciences**, v.14, n.5, p.9126-9167, 2013.

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.

WANG, S.Y., et al. Pumpkin (*Cucurbita moschata*) fruit extract improves physical fatigue and exercise performance in mice. **Molecules**, v.17, n.10, p.11864-11876, 2012.

WINSLEY, R.; MATOS, N. Overtraining and Elite Young Athletes. Armstrong N, McManus AM (eds): The Elite Young Athlete. **Med Sport Sci. Basel**, v. 56, p. 97–105, 2011.

YUAN G, et al. Mutual antagonism between hypoxia-inducible factors 1alpha and 2alpha regulates oxygen sensing and cardio-respiratory homeostasis. **Proc Natl Acad Sci**. v. 110, n. 19, p. E1788-96, 2013.

ŻEBROWSKA, A., et al. Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained athletes. **Eur J Sport Sci**, v. 15, n. 4, p. 305-14, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A - RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS

1°() 2°() 3°()

Nome: _____ Idade: _____

Data: ____/____/____

Refeição/Horário	Preparação e /ou alimento	Medida caseira	Quantidades (g/ml)	Observações
Desjejum				
Lanche				
Almoço				
Lanche				
Jantar				
Colaço				

APÊNDICE B- ESCALA HEDÔNICA**AVALIAÇÃO SENSORIAL DO NÉCTAR DE JAMELÃO**

Nome: _____ Data: _____

Avalie cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita. Use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo (cor, aroma, sabor, corpo e global) em cada amostra.

- 9 – gostei muitíssimo
 8 –
 7 –
 6 –
 5 – nem gostei / nem desgostei
 4 –
 3 –
 2 –
 1 – desgostei muitíssimo

Amostras	nº:	nº:	nº:	nº:	nº:	nº:
Cor						
Aroma						
Sabor						
Corpo						
Global						

Comentários: _____

APÊNDICE C – ESCALA DE AVALIAÇÃO DE INTENÇÃO DE COMPRA**AVALIAÇÃO DA INTENÇÃO DE COMPRA DO NÉCTAR DE JAMELÃO**

Em relação à intenção de compra destas amostras, qual seria sua atitude:

AMOSTRA _____

AMOSTRA _____

5. CERTAMENTE COMPRARIA
4. PROVAVELMENTE COMPRARIA
3. NÃO SEI SE COMPRARIA OU NÃO
2. PROVAVELMENTE NÃO COMPRARIA
1. CERTAMENTE NÃO COMPRARIA

APÊNDICE D –SÚMULA DE SUPLEMENTAÇÃO

– CALENDÁRIO SUPLEMENTAÇÃO – Nome completo do atleta
Marque um X nos dias em que consumiu a suplementação (tipo de suplemento)

NOVEMBRO						
DOMINGO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
16	17	18 Início da suplementação	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						
DEZEMBRO						
	01 14º dia de suplementação	02 II Avaliação	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12	13
14	15 28º dia de suplementação	16	17 Avaliação Final	18	19	20

ANEXOS

ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE JAMELÃO (*SYZYGium CUYMINI* I.) NO DANO MUSCULAR, ESTRESSE OXIDATIVO, INFLAMAÇÃO SISTÊMICA E DESEMPENHO EM ATLETAS HANDEBOLISTAS.

Responsável pela pesquisa: Marcos Antonio Pereira dos Santos.

Universidade Federal do Piauí

Este documento que você está lendo é chamado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ele contém explicações sobre o estudo que você está sendo convidado a participar. Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida participar, você será solicitado a assiná-lo e receberá uma via do TCLE. Antes de assinar faça perguntas sobre tudo o que não tiver entendido bem. A equipe deste estudo responderá às suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo). Sua participação é voluntária, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade, bastando para isso entrar em contato com o pesquisador responsável.

O presente estudo intitula-se “**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE JAMELÃO (*SYZYGium CUYMINI* I.) NO DANO MUSCULAR, ESTRESSE OXIDATIVO, INFLAMAÇÃO SISTÊMICA E DESEMPENHO EM ATLETAS HANDEBOLISTAS**”. O objetivo desta pesquisa é investigar os efeitos da suplementação do suco de jamelão (*Syzygium Cuymini* L.) no dano muscular, estresse oxidativo, inflamação sistêmica e desempenho em handebolistas após suplementação aguda e crônica e como o estado fisiológico e nutricional prévio exercem influência sobre os efeitos deste alimento nas variáveis que serão investigadas. Está sendo desenvolvida por Layanna Cibelle de Sousa Assunção mestranda do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – UFPI, sob a orientação da Prof. Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos.

. Caso decida aceitar o convite, você será submetida aos seguintes procedimentos: aplicação de questionários de avaliação psicológica (*Profile Of Moods States* - POMS) e questões referentes ao treino/ descanso/alimentação, avaliação do consumo alimentar que será realizada através de um questionário (Recordatório 24h) e pelo Questionário de frequência de consumo de antioxidantes, aplicados por um pesquisador devidamente treinado, para isso serão necessárias três visitas. Também serão realizadas: avaliação física (peso corporal, estatura e dobras cutâneas), variabilidade da frequência cardíaca (através de um cardiofrequencímetro), coleta de sangue em jejum 12h para avaliação dos marcadores inflamatórios (Proteína C Reativa ultrasensível_PCR-us e α -glicoproteína), de estresse oxidativo (Capacidade Antioxidante Total - CAT, malondialdeído-MDA, Superóxido Dismutase – SOD, quantificação de nitrito plasmático, vitaminas antioxidantes A, C e E), de dano muscular (creatina kinase-CK, lactato desidrogenase-LDH e lactato), perfil lipídico (colesterol total e frações; triglicerídeos), glicêmico (glicemia de jejum), função renal (creatinina e ureia) e função hepática (transaminase glutâmica oxalacética – TGO e transaminase glutâmica pirúvica – TGP), perfil lipídico e perfil glicêmico. Os atletas serão suplementados com suco de jamelão (10ml/kg de peso corporal por dia) ou controle (isocalórico) em dois momentos: agudamente (pré e após o treino - em um único dia) e cronicamente (duas doses diárias – pré e pós treino - durante quatro semanas).

Solicitamos sua colaboração para participação dos procedimentos necessários para a pesquisa e disponibilidade para a execução dos protocolos. Estes procedimentos trarão como riscos previsíveis para os participantes durante o período de suplementação a possibilidade de aparecimento de algum desconforto gastrointestinal, porém, será feito o monitoramento semanal por meio de um questionário específico para detecção de alguma manifestação decorrente da suplementação. Porém, trata-se de um suco natural sem substâncias tóxicas o que torna viável a suplementação. Outro risco se apresenta na etapa de coleta de material biológico, porém essa coleta será realizada por pessoal treinado e qualificado.

A presente pesquisa apresenta como benefícios o potencial de contribuição para uma nova tendência de estudos que busca garantir o máximo desempenho de atletas com a utilização de alimentos naturais, em detrimento

de suplementos alimentares, frente às vantagens dos primeiros, como o baixo custo para os atletas e à ausência de riscos de efeitos. Além disso, destaca-se outra importante relevância dessa pesquisa, que consiste em incentivar o potencial comercial e ao apelo regional do Jamelão (*Syzygium Cumini* L.), pois as frutas tropicais estão sendo extensivamente estudadas devido às suas propriedades funcionais atribuídas à presença de compostos naturais bioativos. Os dados deste estudo abrirão uma excelente oportunidade empreendedora de geração de captial com a comercialização deste fruto ou mesmo adaptações para formulação de derivados e futuras pesquisas nas áreas de ciências de alimentos e nutrição esportiva.

Os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome e da entidade que representa será mantido em sigilo. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. O pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Todas as informações obtidas serão sigilosas. O material com as sua informações ficará guardado em local seguro sob a responsabilidade da avaliadora Layanna Cibelle de Sousa Assunção Carvalho, com a garantia de manutenção do sigilo e confidencialidade e que será destruído após a pesquisa. A divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os voluntários. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, entretanto, ele mostrará apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição a qual pertence ou qualquer informação que esteja relacionada com sua privacidade.

Conforme previsto pelas normas brasileiras de pesquisa com a participação de seres humanos você não receberá nenhum tipo de compensação financeira pela sua participação neste estudo. Se você tiver algum gasto que seja devido à sua participação na pesquisa, você será ressarcido, caso solicite. Em qualquer momento, se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você terá direito a indenização.

Você ficará com uma cópia deste Termo e toda a dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para a avaliadora Layanna Cibelle de Sousa Assunção Carvalho, residente no endereço quadra 43, casa 37, bairro Renascença II, com telefone para contato: 99932-7947, e e-mail: cibellenut.personal@yahoo.com.br.

Dúvidas sobre a pesquisa envolvendo princípios éticos poderão ser questionadas ao **Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI** localizado no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga, Teresina-PI, CEP: 64.049-550, Tel: (86) 3237-2332, E-mail: cep.ufpi@ufpi.br

Horário de funcionamento: 2ª a 6ª feira –08:00 às 12:00h e 14:00 às 18:00h. Secretário: Jhonata da Silva.

Reclamações e/ou insatisfações relacionadas à participação do paciente na pesquisa poderão ser comunicadas por escrito à Secretaria do CEP/UFPI, desde que os reclamantes se identifiquem, sendo que o seu nome será mantido em anonimato.

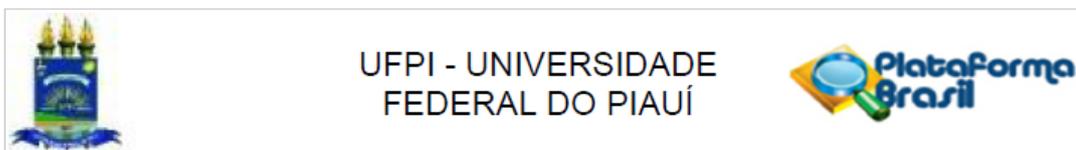
Consentimento Livre e Esclarecido

Declaro que fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa **EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE JAMELÃO (SYZYGIUM CUYMINI L.) NO DANO MUSCULAR, ESTRESSE OXIDATIVO, INFLAMAÇÃO SISTÊMICA E DESEMPENHO EM ATLETAS HANDEBOLISTAS**, dos procedimentos nela envolvidos, assim como dos possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso me traga prejuízo ou penalidade.

Assinatura e CPF do participante

Assinatura e CPF do Pesquisador responsável

ANEXO 2 – PARECER COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE JAMELÃO (*SYZYGIVM CUYMINI* L.) NO DANO MUSCULAR, ESTRESSE OXIDATIVO, INFLAMAÇÃO SISTÊMICA E DESEMPENHO EM ATLETAS HANDEBOLISTAS.

Pesquisador: Marcos Antonio Pereira dos Santos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 56181516.5.0000.5214

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.755.888

Apresentação do Projeto:

O jmelão é uma fruta subaproveitada no Brasil mas que mostra um alto potencial antioxidante. Contudo, não foram encontrados estudos que investigaram os efeitos do consumo de partes do jmelão sobre o dano muscular, inflamação, estresse oxidativo e desempenho físico, como um auxiliar na recuperação pós-exercício. Embora, como relatado na sessão anterior, estudos recentes têm demonstrado efeito positivo do consumo de Jmelão na redução de danos oxidativo, melhora da função plaquetária, aprimoramento do sistema antioxidante, imunomodulação, citoproteção com a prevenção dos danos celulares induzidos pelo estresse oxidativo (RAFFAELLI et al., 2014; BITENCOURT et al., 2015; DE BONA et al., 2015). Nesse contexto o objetivo do projeto é Investigar os efeitos da suplementação do suco de jmelão (*Syzygium Cuymini* L.) no dano muscular, estresse oxidativo, inflamação sistêmica e desempenho em handebolistas após suplementação aguda e crônica. Trata-se de um estudo experimental, randomizado e controlado. O estudo será desenvolvido com 20 atletas de handebol, do sexo masculino, categoria adulta (acima de 18 anos), da Associação Beneficente Giuliano Esporte Clube – GEC. Os voluntários serão inicialmente submetidos à avaliações: nutricional (composição corporal e inquéritos alimentares); psicométrica;

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
Bairro: Ininga **CEP:** 64.049-550
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



Continuação do Parecer: 1.755.888

atividade nervosa autonômica cardíaca (ANAC); bioquímicas (estresse oxidativo, inflamação, imunocompetência, desgaste muscular, perfil glicêmico e lipídico, marcadores de função hepática e renal) e do desempenho. Os dados

serão apresentados como média e desvio padrão da média. Inicialmente serão aplicados os testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados. Para comparar as médias das características iniciais entre o grupo experimental e o controle será utilizado o Teste t-student para amostras independentes. Será adotado nível de significância estatística de $p < 0,05$ e Intervalo de confiança de 95%. As análises serão realizadas por meio do software InStat 3.0 (GraphPad, San Diego, CA, USA).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Investigar os efeitos da suplementação do suco de jmelão (*Syzygium Cumini* L.) no dano muscular, estresse oxidativo, inflamação sistêmica e desempenho em handebolistas após suplementação aguda e crônica.

Objetivo Secundário:

- Elaborar o suco de Jmelão (*Syzygium Cumini* L.), caracterizá-lo e determinar o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante presentes no mesmo.

- Determinar o efeito agudo de doses pré e pós treino de suco de jmelão (*Syzygium Cumini* L.) sobre o dano muscular, inflamação e estresse oxidativo por uma sessão de treinamento;

- Determinar o efeito agudo de doses pré e pós treino de suco de jmelão (*Syzygium Cumini* L.) na recuperação do desgaste muscular, inflamação e estresse oxidativo 4 horas após uma sessão de treinamento.

- Determinar o efeito agudo de doses pré e pós treino de suco de jmelão (*Syzygium Cumini* L.) no desempenho físico após 4 horas de treinamento.

- Avaliar o efeito de um protocolo crônico de suplementação com suco de jmelão (*Syzygium Cumini* L.) no estresse oxidativo e inflamação sistêmica após um mesociclo de treinamento.

- Avaliar o efeito de um protocolo crônico de suplementação com suco de jmelão (*Syzygium Cumini* L.) no desempenho de atletas handebolistas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

- Os atletas durante o período de suplementação podem apresentar algum desconforto gastrointestinal, porém, será feito o monitoramento semanal por meio de um questionário

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
UF: PI Município: TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 1.755.888

específico para detecção de alguma manifestação decorrente da suplementação. Porém, trata-se de um suco natural sem substâncias tóxicas. Outro risco se apresenta na etapa de coleta de material biológico, porém essa coleta será realizada por pessoal treinado e qualificado.

Benefícios:

potencial de contribuição para uma nova tendência de estudos que busca garantir o máximo desempenho de atletas com a utilização de alimentos naturais, em detrimento de suplementos alimentares, frente às vantagens dos primeiros, como o baixo custo para os atletas e à ausência de riscos de efeitos colaterais (SILVA et al., 2014). Além disso, destaca-se outra importante relevância dessa pesquisa, que consiste em incentivar o potencial comercial e ao apelo regional do Jamelão (*Syzygium Cumini* L.), pois as frutas tropicais estão sendo extensivamente estudadas devido às suas propriedades funcionais atribuídas à presença de compostos naturais bioativos. Nesse sentido, o Jamelão por ser proveniente de uma planta resistente à seca, facilmente cultivada, porém, sub-explorado comercialmente (SOUSA, 2013), deve ser explorado, no sentido de se reduzir as perdas da fruta e o aproveitamento de suas propriedades antioxidantes e possivelmente ergogênicas em atletas (ARAÚJO, 2014). Os dados deste estudo abrirão uma excelente oportunidade empreendedora de geração de capital com a comercialização deste fruto ou mesmo adaptações para formulação de derivados e futuras pesquisas nas áreas de ciências de alimentos e nutrição esportiva.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O Projeto de pesquisa está bem elaborado e apresenta os componentes necessários para sua aprovação. O termo de consentimento livre e esclarecido é suficiente para garantir a segurança dos participantes do projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos solicitados foram apresentados.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto apto a ser desenvolvido.

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 1.755.888

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_662194.pdf	18/08/2016 16:13:44		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	18/08/2016 16:13:08	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito
Outros	Carta_De_Encaminhamento.pdf	17/05/2016 14:07:32	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito
Outros	Instrumento_de_Coleta_de_dados.pdf.pdf	17/05/2016 14:02:56	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Marcos.pdf	13/05/2016 23:08:50	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito
Outros	TCF_Layanne.pdf	13/05/2016 23:07:45	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_Pesquisadores_Layanne.pdf	13/05/2016 23:07:07	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Layana.pdf	23/02/2016 23:19:20	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito
Folha de Rosto	Folha_De_Rosto_Layanna.pdf	23/02/2016 23:16:58	Marcos Antonio Pereira dos Santos	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 30 de Setembro de 2016

Assinado por:
Adrianna de Alencar Setubal Santos
 (Coordenador)

ANEXO 3 QUESTIONÁRIO DE DESCONFORTOS GASTROINTESTINAIS

1. Nessas duas semanas teve episódios de dor abdominal e desconforto intestinal?

() não () algumas vezes (poucas) () frequentemente () muitas vezes

Se sim, em momentos específicos como:

1.1 logo após consumir a suplementação

1.2 durante o treino (devido a suplementação pré-treino)

1.3 logo após algum tempo de suplementação

2. Durante esse período, percebeu que o seu intestino passou a funcionar menos ou mais frequente do que o usual?

() sim _____ () não

3. Por vezes sente o estômago inchado (distensão abdominal)?

() sim () não

4. Nesse período você teve alguma diarreia, obstipação (prisão de ventre) ou gases?

() sim _____ () não

OUTRAS OBSERVAÇÕES:

ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PSICOMÉTRICA (POMS)

POMS

Adaptação por Viana, Almeida e Santos, 2001

NOME		DATA:
Instruções: São apresentadas abaixo uma série de palavras que descrevem sensações que as pessoas sentem no dia-a-dia. Leia primeiro cada palavra com cuidado. Depois, assinale com uma cruz (X) a quadricula que melhor corresponda à forma como se tem sentido ao longo dos ÚLTIMOS SETE DIAS INCLUINDO O DIA DE HOJE.		

Nada	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Muitíssimo
0	1	2	3	4

Não escreva nos espaços abaixo. Só para uso interno.

1	Tenso				
2	Irritado				
3	Imprestável				
4	Esgotado				
5	Animado				
6	Confuso				
7	Triste				
8	Activo				
9	Mal-humorado				
10	Enérgico				
11	Sem valor				
12	Inquieto				
13	Fatigado				
14	Aborrecido				
15	Desencorajado				
16	Nervoso				
17	Só				
18	Baralhado				
19	Exausto				
20	Ansioso				
21	Deprimido				
22	Sem energia				
23	Miserável				
24	Desnortado				
25	Furioso				
26	Eficaz				
27	Cheio de vida				
28	Com mau feitio				
29	Tranquilo				
30	Desanimado				
31	Impaciente				
32	Cheio de boa disposição				
33	Inútil				
34	Estourado				
35	Competente				
36	Culpado				
37	Enervado				
38	Infeliz				
39	Alegre				
40	Inseguro				
41	Cansado				
42	Apático				

	T	D	H	V	F	C
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						