



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

FRANCISCO DÂNIO BASTOS DE ARAUJO SOUSA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE ACEROLA
NO DESEMPENHO E MARCADORES HEMATOLÓGICOS EM HOMENS
PRATICANTES DE CROSSFIT®**

SOBRAL

2024

FRANCISCO DÂNIO BASTOS DE ARAUJO SOUSA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE ACEROLA
NO DESEMPENHO E MARCADORES HEMATOLÓGICOS EM HOMENS
PRATICANTES DE CROSSFIT®**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Área de concentração: Biotecnologia. Linha de Pesquisa: Fisiologia do Exercício.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Vieira da Silva Neto.

SOBRAL
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S696a Sousa, Francisco.

Avaliação do efeitos da suplementação com suco de acerola no desempenho e marcadores hematológicos em homens praticantes de crossfit® / Francisco Sousa. – 2024.
34 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Sobral, 2024.
Orientação: Prof. Luiz Vieira da Silva Neto.

1. Acerola. *Malpighia emarginata*. Estresse Oxidativo. CrossFit®.. I. Título.

CDD 660.6

FRANCISCO DÂNIO BASTOS DE ARAUJO SOUSA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE ACEROLA
NO DESEMPENHO E MARCADORES HEMATOLÓGICOS EM HOMENS
PRATICANTES DE CROSSFIT®**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Área de concentração: Biotecnologia. Linha de Pesquisa: Fisiologia do Exercício.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Vieira da Silva Neto (Orientador)
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Prof. Dr. Victor Alves Carneiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Enrico Fuini Puggina
Universidade de São Paulo (USP)

Dedico este trabalho à Deus, Aos meus pais
Danilo e Geysa, a minha esposa Thamires e
meus filhos Davi e Dom.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, meus Pais Danilo e Geysa, a Minha esposa Thamires e meus filhos Davi e Dom, por serem a minha maior motivação para buscar sempre o melhor na vida e na minha profissão.

O Prof. Luiz Vieira, por tanto empenho, dedicação e competência na condução de todos os processos ao longo desses dois anos como orientador, professor e um amigo acima de tudo. Espero que um dia eu possa retribuir tanta empatia e tanta entrega. Muitíssimo obrigado meu amigo.

A minha amiga Yara Guilherme, por nunca desistir de mim e sempre ser solícita e de uma prestatividade inigualável. Sem você esse momento não seria possível. Obrigado de coração.

Aos nobres professores Enrico e Victor que estão conosco nesta banca, pelo tempo concedido, pelas excelentes dicas compartilhadas e tanto conhecimento repassado. Muitíssimo obrigado. Tenho enorme admiração e carinho por vocês.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Desempenho e Saúde no Esporte (GEPDSE), ao laboratório Dr. Aurélio e todos os voluntários. Sem vocês essa pesquisa não seria possível. Sintam-se todos abraçados com enorme carinho e admiração.

À toda equipe de colaboradores da UFC e UVA que sempre foram muito solícitos, gentis e educados que me auxiliaram nesses anos, tornando possível a realização desse trabalho.

Thamires meu amor, chegamos juntos até aqui. Obrigado incondicional.

RESUMO

A acerola (*Malpighia emarginata*) é uma fruta tropical, com cultivo bem desenvolvido no Brasil e que vem ganhando destaque mundial no campo econômico, industrial farmacêutico e na comunidade científica, por possuir em sua composição, compostos fenólicos, flavonoides, isoflavonas e alta concentração de ácido ascórbico. A acerola tem sido utilizada em diversos estudos por suas propriedades farmacológicas, em especial suas atividades antioxidante e anti-inflamatória, através de abordagens *in vitro* e *in vivo*. Biocompostos como os flavonoides e as antocianinas, presentes na acerola, tem efeitos imunomoduladores e efeitos supressores sobre catecolaminas, quimiocinas e espécies reativas de oxigênio (EROs) e nitrogênio (ERN). O CrossFit®, é um programa de treinamento funcional, organizado em sessões diárias utilizando como base, movimentos ginásticos, levantamento de peso e exercícios monoestruturais, praticados em alta intensidade. Essa metodologia de treinamento físico, gera enorme estresse metabólico, tornando os praticantes suscetíveis a alterações nos parâmetros imunológicos, atividades endócrinas e status redox em uma única sessão. Dessa forma, esse estudo avaliou que a suplementação com suco de acerola melhorou pode ter gerado melhoras quanto ao desempenho, aumentando o numero de repetições entre as sessões em homens praticantes de CrossFit®, mas não obteve resultado significante nos parâmetros hematológicos.

Palavras-chave: acerola; *Malpighia emarginata*; estresse oxidativo; CrossFit®.

ABSTRACT

Acerola (*Malpighia emarginata*) is a tropical fruit, with well-developed cultivation in Brazil and which has been gaining global prominence in the economic, pharmaceutical industrial and scientific community, as it contains phenolic compounds, flavonoids, isoflavones and a high concentration of Ascorbic acid. Acerola has been used in several studies for its pharmacological properties, especially its antioxidant and anti-inflammatory activities, through in vitro and in vivo approaches. Biocompounds such as flavonoids and anthocyanins, present in acerola, have immunomodulatory effects and suppressive effects on catecholamines, chemokines and reactive oxygen species (ROS) and nitrogen (RNS). CrossFit® is a functional training program, organized into daily sessions using gymnastic movements, weight lifting and monostructural exercises as a basis, practiced at high intensity. This physical training methodology generates enormous metabolic stress, making practitioners susceptible to changes in immunological parameters, endocrine activities and redox status in a single session. Therefore, this study evaluated that supplementation with acerola juice may have improved performance, increasing the number of repetitions between sessions in men practicing CrossFit®, but did not obtain a significant result in hematological parameters.

Keywords: acerola; *Malpighia emarginata*; oxidative stress; CrossFit®.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Desenho experimental do estudo da Primeira Intervenção.....	23
Figura 02 - Desenho experimental do estudo da Segunda Intervenção.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Composição da Acerola.....	13
Tabela 02 -	Dados descritivos da amostra.....	22
Tabela 03 -	Comparação entre número de repetições entre grupos e sessões de treinamento.....	26
Tabela 04 -	Comparação entre grupos entre Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 das variáveis que compõem o eritrograma.....	26
Tabela 05	Comparação entre grupos Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 das variáveis que compõem o Leucograma.....	27
Tabela 06	Comparação entre grupos Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 compõem o Plaquetograma.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Acerola e seus compostos.....	12
2.2	Exercício extenuante e suas consequências metabólicas.....	14
2.3	Treinamento Funcional de alta intensidade (HIFT) e Crossfit®.....	15
3	HIPÓTESES.....	17
4	OBJETIVOS.....	18
4.1	Geral.....	18
4.2	Específicos.....	18
1	ARTIGO.....	19
2	RESUMO.....	19
3	ABSTRACT.....	20
4	INTRODUÇÃO.....	20
5	METODOLOGIA.....	21
5.1	Amostra.....	21
5.2	Desenho experimental.....	22
5.3	Bebida experimental (acerola) e bebida controle (placebo)	24
5.4	Protocolo de treino “Cindy”	24
5.5	Coleta de sangue.....	25
5.6	Análise estatística.....	25
6	RESULTADOS.....	25
6.1	Desempenho.....	25
6.2	Eritrograma.....	26
6.3	Leucograma.....	27
6.4	Plaquetograma.....	28
7	DISCUSSÃO.....	28
8	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	30
9	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A acerola, conhecida como cereja de Barbados ou cereja das Índias Ocidentais, e, cientificamente, denominada por *Malpighia emarginata* DC., *Malpighia glabra* L. ou *Malpighia punicifolia* L., porém *Malpighia emarginata* é o mais aceito pelos taxonomistas (Assis *et al.*, 2008). A acerola, é um fruto regional com potencial antioxidante e antiinflamatório, devido a seu largo conteúdo de ácido ascórbico e fitonutrientes (fenólicos, flavonóides, antocianinas e carotenóides) (Prakash; Baskaran, 2018).

O CrossFit®, é um programa de treinamento, organizado em sessões diárias chamadas 'treino do dia' (Workout of the Day ou WOD), eu pode ser de curta duração e alta intensidade, ou pode ser de alto volume, com intensidade de leve a moderada intensidade. Esses treinos podem ter uma duração que varia de 20 minutos ou menos, e é feito com períodos curtos ou nenhum descanso, tornando os participantes suscetíveis a alterações nos parâmetros imunológicos, atividades endócrinas e status redox em uma única sessão (Gomes *et al.*, 2020).

Os exercícios extenuantes geram uma desregulação do estado de homeostase orgânico, levando a uma variedade de processos e adaptações a níveis celular e sistêmico, como por exemplo, alterações fisiológicas e bioquímicas no sangue, que afetam seu status redox. Em uma situação que exige varias a dezenas de vezes maior suprimento de oxigênio, a produção de Espécies Reativas ao Oxigênio (EROs), cresce drasticamente (Rothschild; Bishop, 2019).

Apesar de conhecido potencial antioxidante e anti-inflamatório, que podem configurar melhorias em variáveis determinantes para o desempenho e recuperação de atletas submetidos às suas rotinas de treinamento, ainda não se conhece os efeitos do suco de acerola em humanos quando submetidos ao exercício físico intenso.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da suplementação do suco de acerola no desempenho e nos parâmetros hematológicos em Homens praticantes de Crossfit® após um treino específico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Acerola e seus compostos

A acerola, é um pequeno fruto de que pode chegar a 4 cm de diâmetro, que varia da cor verde na fase imatura para vermelha na fase madura, e pertence à família Malpighiace (Righetto; Netto; Carraro, 2005). Costuma florescer em climas quentes e tropicais e traz um rico conteúdo de nutrientes biofuncionais (Prakash; Baskaran, 2018; Righetto; Netto; Carraro, 2005).

Seu teor de ácido ascórbico, que pode variar de 1000mg a 4500mg/100g de polpa, é de 50 a 100 vezes maior que o conteúdo encontrado na laranja ou limão (Freire *et al.*, 2013). Além disso, contém uma infinidade de outros biocompostos funcionais e ainda traz pequenas quantidades de carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais, todos eles expostos na (Tabela 01) (Freitas *et al.*, 2006; Rosso; Mercadante, 2005; Righetto; Netto; Carraro, 2005; Xu *et al.*, 2020).

Segundo (González *et al.*, 2011; Hussain *et al.*, 2016), Flavonoides, carotenóides e antocianinas são biocompostos que exibem diversas atividades biológicas, conhecidos em especial por suas propriedades antioxidantes e anti radicais livres, também conhecidas como antiradicalares, também anti-inflamatórias segundo, (González *et al.*, 2011; Minuzzi *et al.*, 2017) e imunomoduladoras (Peluso *et al.*, 2015). Ao longo do tempo, vários estudos *in vitro* e *in vivo* confirmaram que a acerola possui várias propriedades antioxidantes (Cruz *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2011; Melo *et al.*, 2008; Mezadri *et al.*, 2008; Righetto; Netto; Carraro, 2005), anti-inflamatória (Dias *et al.*, 2014) antitumoral (Motohashi *et al.*, 2004), antigenotóxica (Nunes *et al.*, 2011, 2013a) e anti hiperglicêmica (Barbalho *et al.*, 2011; Hanamura; Hagiwara; Kawagishi, 2005).

A acerola demonstrou seu efeito antioxidante como necrófagas de radicais livres através de abordagens *in vitro*, com suas antocianinas isoladas (Lima *et al.*, 2011), o extrato de acerola foi capaz de reduzir o dano ao DNA induzido pelo peróxido de hidrogênio (Nunes *et al.*, 2013a). Em estudos comparativos com outras frutas, a acerola revelou um dos maiores valores de atividade antioxidante (Mezadri *et al.*, 2008; Paz *et al.*, 2015). A atividade antioxidante da Acerola se deve à uma ação sinérgica de seus fitonutrientes (antocianinas/ácidos fenólicos/flavonóides), sendo os mais significativos seus compostos fenólicos e a vitamina C segundo (Righetto, Netto e Carraro 2005).

O suco de acerola reverteu a inibição da citrato sintase no hipotálamo de ratos submetidos a uma dieta de hiperlipídica, auxiliando na prevenção de danos cerebrais por estresse oxidativo (Leffa *et al.*, 2017). Em estudos *in vivo*, o extrato de acerola se mostrou eficaz do ponto de vista da atividade antioxidante em camundongos submetidos a uma dieta rica hiperlipídica, reduziu a inflamação de baixo grau e os níveis de triglicerídeos, além de fornecer um aumento na relação IL-10/TNF- α no tecido adiposo (Dias *et al.*, 2014).

Segundo (Nagamina *et al.*, 2002), a suplementação com um extrato de ACE suprimiu a ativação da via de sinal de oncogene Ras, sugerindo que a ACE regulou o crescimento celular anormal na fase de promoção da tumorigênese pulmonar em camundongos. Um grupo de ratas Wistar diabéticas foram tratadas com o suco de acerola (versus grupo controle e grupo diabéticas não tratado) e avaliou o efeito na prole, que apresentou diminuição significativa dos níveis de glicose, colesterol, triglicérides e aumento do HDL-c. (Barbalho *et al.* 2011).

A resposta que tentamos responder, até então, é como a acerola atuaria no organismo humano frente a situações que induzissem um aumento do estresse oxidativo e inflamação através de atividade física intensa, demonstrando como se comportariam seus compostos numa possível neutralização de aspectos relacionados a melhoria da performance.

Tabela 01 - Composição da Acerola*

Minerais	Vitaminas	Fitonutrientes	
Cálcio	Vitamina C	Antocianinas	Flavonoides
Ferro	Tiamina (B1)	Cianidina	Catequina
Magnésio	Riboflavina (B2)	Delfidina	Epicatequina
Fósforo	Niacina (B3)	Floretina	Quercetina
Potássio	Ácido Pantolenico (B5)	Peonidina	Rutina
Sódio	Piridoxina (B6)	Perlagonidina	Kaempferol
Zinco	Vitamina A		Luteolina
Cobre		Carotenóides	Aceronidina
Selênio		β -caroteno	
		Luteína	
		β -criptoxantina	
		α -caroteno	
Minerais	Vitaminas	Fitonutrientes	
Cálcio	Vitamina C	Antocianinas	Flavonoides
Ferro	Tiamina (B1)	Cianidina	Catequina
Magnésio	Riboflavina (B2)	Delfidina	Epicatequina
Fósforo	Niacina (B3)	Floretina	Quercetina
Potássio	Ácido Pantolenico (B5)	Peonidina	Rutina
Sódio	Piridoxina (B6)	Perlagonidina	Kaempferol
Zinco	Vitamina A		Luteolina
Cobre		Carotenóides	Aceronidina
Selênio		β -caroteno	
		Luteína	
		β -criptoxantina	
		α -caroteno	

*Com base nos resultados de investigações com o fruto maduro da Acerola. Fonte: (Freitas et al., 2006; Rosso; Mercadante, 2005; Righetto; Netto; Carraro, 2005; Xu *et al.*, 2020).

2.2 Exercício extenuante e suas consequências metabólicas

O corpo humano precisa manter um estado de equilíbrio entre a produção de espécies reativas ao oxigênio, isso mantém o trabalho de regulação celular, contudo, sob uma condição de desequilíbrio, ou seja, com um grande aumento dessas espécies reativas, o organismo precisa de neutralização por mecanismos de proteção celular antioxidante, pois estas espécies reativas podem interagir com macromoléculas e causar alterações moleculares, como peroxidação de lipídeos, danos a proteínas e ao DNA, trazendo prejuízo para funções celulares normais (He *et al.*, 2016; Schieber; Chandel, 2014).

Exercícios extenuantes induzem uma produção acentuada de espécies reativas ao oxigênio e espécies reativas ao nitrogênio, devido ao alto consumo de oxigênio e aos danos musculares induzidos pelo exercício, que envolvem oxidação a partir de células imunes (Di Meo; Napolitano; Venditti, 2019; Gabriel; Kindermann, 1997; He *et al.*, 2016). Segundo (Di Meo; Napolitano; Venditti, 2019), o excesso de produção de espécies reativas pode levar ao aparecimento precoce da fadiga muscular e a uma disfunção contrátil, afetando o desempenho.

Enzimas pró-inflamatórias são iniciadas após atividade física de alta intensidade iniciando uma cascata inflamatória gerando uma maior ativação e participação do sistema imunológico (Hussain *et al.*, 2016; Scheffer; Latini, 2020; Bentley *et al.*, 2015), limitando e reparando danos causados por patógenos invasores ou biomoléculas endógenas (Scheffer; Latini, 2020).

Segundo (Gleeson *et al.*, 1995; Natale *et al.*, 2003; Shek *et al.*, 1995) após o exercício físico de alta intensidade, há um aumento agudo e transitório da contagem de células imunes (leucocitose) que promovem a desmarginalização dessas células para tecidos lesados iniciando o processo de imunovigilância após o dano tecidual (Campbell; Turner, 2018) já (Schlagheck *et al.*, 2020) relata o auxílio no reparo do tecido e na neutralização da resposta ao dano.

Uma fronte de combate através de superóxido dismutase, catalase e glutatona peroxidase atuam como protetores de espécies reativas ao oxigênio (Margaritelis *et al.*, 2020; Mason *et al.*, 2016), e podem receber reforços de compostos redutores não enzimáticos, como polifenóis, carotenóides, vitaminas C e E (Bouayed; Bohn, 2010; Hussain *et al.*, 2016). Alguns minerais também são considerados importantes antioxidantes, entre eles o zinco (Zn^{++}), o cobre (Cu^{++}), o manganês (Mn^{++}) e o selênio (Se) (Bouayed; Bohn, 2010).

É de fundamental importância, que praticantes de atividade física, seja ela de alta intensidade ou até mesmo de forma recreativa, encontrem um equilíbrio através dos benefícios alcançados pelo exercício e tenham condições eficazes de praticá-la mesmo com reações adversas e inflamação, esses fatores podem levar a um retardo no reparo/adaptação tecidual e uma queda no desempenho (Di Meo; Napolitano; Venditti, 2019; Margaritelis *et al.*, 2020).

2.3 Treinamento Funcional de alta intensidade (HIFT) e Crossfit®

O treinamento funcional de alta intensidade (*high-intensity functional training* – HIFT), também conhecido como programa de condicionamento extremo ou ainda, exercícios funcionais constantemente variados, tem sido uma das principais tendências *fitness* nos últimos 10 anos (Thompson, 2022). A programa de treinamento é caracterizado pelo alto volume de treinamento, usando uma variedade de exercícios realizados em alta intensidade podendo ter um tempo fixo para realizar um número de repetições (*as many rounds/reps as possible* - AMRAP), ou realizar uma tarefa específica no menor tempo possível, com períodos de descanso ou não, entre as séries (*every minute on the minute* - EMOM) (Prestes *et al.*, 2017).

Contudo o HIFT não deve ser confundido com o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (muito conhecido pela sigla em inglês HIIT), pois apesar de ambos os métodos compartilharem de semelhanças conceituais, como a periodicidade e alta intensidade, tais meios diferem na sua fisiologia e adaptações ao treinamento. Enquanto o HIIT utiliza atividades motoras cíclicas como, o correr, pedalar e remar, o HIFT utiliza exercícios multimodais, ou “funcionais”, no qual pode ser caracterizado por exercícios acíclicos que envolvam grandes grupos musculares (o corpo como um todo), como nos agachamentos, levantamento terra entre outros (Feito *et al.*, 2018).

O CrossFit®, é um programa de exercícios físicos, organizado em sessões diárias de curta duração, alto volume e alta intensidade, que giram em torno 5 a 20 minutos, e são praticados com períodos curtos ou nenhum descanso (Gomes *et al.*, 2020).

Normalmente a sessão de CrossFit® pode ser dividida em três partes: warm-up, skill, WOD (Workout of the day) e volta a calma. O aquecimento (warm-up) tem o objetivo de preparar o corpo para uma atividade mais intensa. Esta parte da sessão pode ser subdividida em aquecimento geral e específico. A parte técnica da sessão (skill) tem o propósito de preparar tecnicamente o praticante para os movimentos a serem realizados no WOD. O WOD é a parte principal da sessão de treinamento, que pode ser baseada no tempo ou na tarefa. A volta a calma

encerra a aula com o processo de resfriamento e alongamento muscular e consequentemente a diminuição da frequência cardíaca, devido a intensidade gerada pelo treino, faz-se necessário retornar aos parâmetros normais de frequência, preservando sua integridade física. O Treino quando o WOD é baseado no tempo, o treinamento termina quando o tempo delimitado é completado. Já no treino, quando o WOD é baseado na tarefa, o treinamento termina ao completar a tarefa (Crossfit, 2020).

Essa modalidade torna os participantes suscetíveis a alterações nos parâmetros imunológicos, atividades endócrinas e status redox em uma única sessão (Gomes *et al.*, 2020), podendo ocasionar fadiga precoce, estresse oxidativo adicional, menos resistência à tensão do exercício subsequente, maior percepção de esforço e execução de movimento insegura levando a lesões agudas (Bergeron *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2021).

Diante da crescente popularidade e da elevada demanda energética da CrossFit®, várias estratégias nutricionais são usadas para melhorar o desempenho esportivo dos praticantes; no entanto, pouco se sabe sobre a relação entre as substâncias que aumentam o desempenho ou intervenções dietéticas e o desempenho na CF, sendo maioria delas empíricas e carecem de evidências científicas (Souza *et al.*, 2021; Quaresma; Marques; Nakamoto, 2021).

Cafeína, carboidratos, chá verde e epitacatequinas, betaina, nitrato e bicarbonato já foram avaliados quanto ao seu potencial ergogênico em praticantes de CrossFit®, entretanto dentre todos esses recursos nutricionais somente o bicarbonato melhorou o desempenho na CrossFit® (Quaresma; Marques; Nakamoto, 2021).

A suplementação com substâncias antioxidantes podem ser uma alternativa para potencializar a ação do sistema antioxidante endógeno, reduzindo as alterações no status redox provocadas pelo CrossFit®, consequentemente, melhorando o desempenho dos praticantes. Dessa forma, pode-se sugerir que o suco de acerola que possui potencial anti-inflamatório e antioxidante já demonstrados, administrado de forma crônica, possivelmente atue como um recurso ergogênico, melhorando desempenho de praticantes desse programa de exercício físico.

3 HIPÓTESES

Entre os biocompostos funcionais da acerola e seus variados benefícios, a ingestão do suco de acerola surge como um potencial recurso ergogênico natural pouco testado, com indivíduos fisicamente ativos. Com isso, levantamos a hipótese de que a ingestão por sete dias do suco de acerola poderia aprimorar o desempenho e atenuar as respostas hematológicas frente a um treinamento físico extenuante, atuando assim, como um recurso ergogênico natural.

4 OBJETIVOS

4.1 Geral

Avaliar os efeitos do suco de acerola em homens praticantes de CrossFit® sobre o desempenho e marcadores hematológicos após um treino específico de CrossFit®.

4.2 Específicos

- Investigar o desempenho físico por meio da quantificação do número de repetições da sequência de movimentos do WOD em praticantes de CrossFit® após a ingestão de suco de acerola ou bebida placebo.
- Analisar possíveis alterações nos marcadores hematológicos antes e após a ingestão de acerola ou bebida placebo, após um teste específico de Crossfit®.
- Avaliar se o suco de acerola pode atuar como possível recurso ergogênico natural.

ARTIGO

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE ACEROLA NO DESEMPENHO E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS EM HOMENS PRATICANTES DE CROSSFIT®

Francisco Dânio Bastos de Araújo SOUSA¹; Yara Nara Guilherme Mesquita de ANDRADE²; Luiz Vieira da SILVA NETO^{3 4}

¹ Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Ceará, Sobral-Ceará, Brasil; ² Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Ceará, Sobral-Ceará, Brasil; ³ Professor adjunto da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Ceará, Brasil; ⁴ Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará, Sobral-Ceará, Brasil.

***AUTOR CORRESPONDENTE:** Francisco Dânio Bastos de Araújo Sousa, Universidade Federal do Ceará, Sobral /Ceará, Brasil. E-mail: daniobastos16@gmail.com

2 RESUMO

A acerola (*Malpighia emarginata*) é uma fruta tropical rica em compostos bioativos com efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios, podendo destacar: carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas além de possuir alto teor de ácido ascórbico. Essa combinação de nutrientes elege a acerola ao status de superfruta. Já é bem estudado e consolidado na literatura que a prática de exercícios de alta intensidade provoca alterações no balanço redox, causando alta produção de estresse oxidativo e redução da performance esportiva e eventual dano muscular. Entendendo o grande potencial funcional dessa fruta, esse estudo resolveu investigar o impacto da suplementação com suco de acerola durante sete dias, nos parâmetros de desempenho e hematológicos de homens praticantes de Crossfit®. 16 homens saudáveis foram divididos em dois grupos, experimental e placebo e executaram um treino teste chamado Cindy, que consistia em executar o máximo de séries possíveis de 5 pull-ups (barra fixa), 10 push-ups (flexão de braços) e 15 squats (agachamento livre) em um tempo de 20 minutos. A suplementação com suco de acerola apresentou efeito no desempenho. No entanto, não apresentou efeito na contagem global e diferencial dos glóbulos brancos. Também não apresentou efeito significativo do número de hemácias, hemoglobinas e hematócrito.

3 ABSTRACT

Acerola (*Malpighia emarginata*) is a tropical fruit rich in bioactive compounds with antioxidant and anti-inflammatory effects, including: carotenoids, phenolic compounds, flavonoids and anthocyanins, in addition to having a high content of ascorbic acid. This combination of nutrients elevates acerola to superfruit status. It is already well studied and consolidated in the literature that the practice of high-intensity exercises causes changes in the redox balance, causing high production of oxidative stress and a reduction in sports performance and eventual muscle damage. Understanding the great functional potential of this fruit, this study decided to investigate the impact of supplementation with acerola juice for seven days on the performance and hematological parameters of men practicing Crossfit®. 16 healthy men were divided into two groups, experimental and placebo, and performed a test workout called Cindy, which consisted of performing as many sets as possible of 5 pull-ups (fixed bar), 10 push-ups (push-ups) and 15 squats (free squats) in a time of 20 minutes. Supplementation with acerola juice had an effect on performance. However, it had no effect on global and differential white blood cell counts. There was also no significant effect on the number of red blood cells, hemoglobin and hematocrit

4 INTRODUÇÃO

Malpighia emarginata DC., comumente conhecida como Acerola ou cereja de Barbados, é uma fruta nativa da América do Sul e Central, e também cultivada em zonas de clima tropical ou subtropical e áreas do sul da China (Leffa *et al.*, 2014). Flavonoides, carotenóides e antocianinas são biocompostos que exibem diversas atividades biológicas, conhecidas em especial por suas propriedades antioxidantes/antirradiculares (González *et al.*, 2011; Hussain *et al.*, 2016), antiinflamatórias (González *et al.*, 2011; Min *et al.*, 2007a) e imunomoduladoras (Peluso *et al.*, 2015).

A Acerola também possui atividade anti-hiperglicêmica (Barbalho *et al.*, 2011; Hanamura; Hagiwara; Kawagishi, 2005), antitumoral (Motohashi *et al.*, 2004), antigenotóxica (Nunes *et al.*, 2011b, 2013b) e hepatoprotetora (Rochette *et al.*, 2013) comprovadas em abordagens *in vitro* e *in vivo*, mas que carece de investigações aplicadas em intervenções com humanos e a prática de exercícios físicos de alta intensidade. Devido à alta concentração de compostos bioativos, os frutos de acerola podem ser bons candidatos para o desenvolvimento

de novos alimentos funcionais com efeitos promissores na saúde humana (Belwal *et al.*, 2018, Cappato *et al.*, 2018).

Estratégias nutricionais e recursos ergogênicos dietéticos são utilizados comumente para melhorar as adaptações ao treino e a capacidade de desempenho do exercício, compensando os mecanismos potenciais de fadiga, além da possibilidade de fornecer substratos para a recuperação (Porrini; Del Bo, 2016). Por isso, muitos estudos atualmente têm recorrido a fontes naturais como recurso ergogênico nutricional para o exercício extenuante (Bell *et al.*, 2016; Bentley *et al.*, 2015; Toscano *et al.*, 2015).

Alguns estudos já demonstraram que uma sessão aguda de treinamento intervalado de alta intensidade induz grandes alterações no perfil hematológico, no estado redox e nos índices metabólicos de seus praticantes (Minuzzi *et al.*, 2017, Bogdanis *et al.*, 2022). A leucocitose, um marcador comum de inflamação aguda, ocorre após a realização de exercícios de alta intensidade em diferentes modalidades (Cerqueira *et al.*, 2020), incluindo o treinamento funcional (Gomes *et al.*, 2020).

O Treinamento Funcional de Alta Intensidade (HIFT) ou Crossfit® tem curta duração (máximo 20 minutos), com períodos de descanso curtos ou inexistentes, e é capaz de gerar respostas metabólicas, hormonais e inflamatórias (Gomes *et al.*, 2020). Entendendo a riqueza nutricional da Acerola e a necessidade de recursos ergogênicos para melhoria da performance nos exercícios físicos, assim, levantamos a hipótese que a ingestão crônica do suco de Acerola poderia fornecer nutrientes que aprimorassem o desempenho e atenuassem as respostas hematológicas frente a um exercício extenuante, atuando como um componente ergogênico natural.

5 METODOLOGIA

5.1 Amostra

Participaram do estudo 16 homens saudáveis que foram convidados de acordo com sua experiência em treinamento, com idade entre 18 e 35 anos, praticantes de HIFT/Crossfit® há no mínimo 12 meses, que realizassem todos os movimentos do treino teste dentro de um padrão adequado e correto. Todos foram previamente instruídos e avaliados por treinadores experientes na modalidade e seguindo os parâmetros técnicos estabelecidos pela própria crossfit® no seu site crossfit.com/moviments. Nenhum participante poderia ter apresentado lesões musculotendíneas ou sido submetidos a cirurgias nos 6 meses que antecederam a pesquisa.

Seriam excluídos da pesquisa aqueles participantes que se ausentassem de alguma das etapas previstas para o estudo ou que nas 24 horas que antecedessem a intervenção ingerissem bebidas alcoólicas, produtos a base de tabaco, suplementação antioxidante, medicamentos estimulantes ou participassem de sessões de treinos ou competição. Todos os voluntários participaram de todas as etapas da pesquisa e atenderam a todos os critérios para a realização da mesma. Os dados descritivos da amostra são apresentados na Tabela 02.

Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Além disso, a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Vale do Acaraú (CEP - UVA), sob número de parecer: 6.279.255.

Tabela 02 – Dados descritivos da amostra

Característica da amostra (N=16) média ± desvio padrão	Idade (anos)
	31,5 +- 7,3 anos
	Estatura (centímetros)
	176,4 +- 6,6 cm
	Massa corporal (KG)
	88,5 +- 14,8 kg
	Tempo de prática (em anos)
	2,4 +-1 anos

5.2 Desenho experimental

Trata-se de um estudo controlado, randomizado simples e duplo-cego, de abordagem quantitativa e intervencionista com grupos paralelos. A amostra foi balanceada de acordo com o tempo de prática de HIFT/Crossfit® e randomizada por meio de randomização simples (Randomizer, 2024).

Primeira Intervenção

No primeiro encontro após a chegada ao local da intervenção os atletas foram acomodados e perguntados se praticaram exercício físico intenso nas últimas 24 horas, se estão em jejum noturno (10 horas). Foram submetidos a avaliação da composição corporal (peso e altura), receberam as instruções para realização do estudo através de um Guia de instruções (Apêndice B) e tiveram acesso ao TCLE para que pudessem ler e assinar. Posteriormente, foram randomicamente alocados em grupo experimental (N=8) e controle N=8 (Randomizer, 2024).

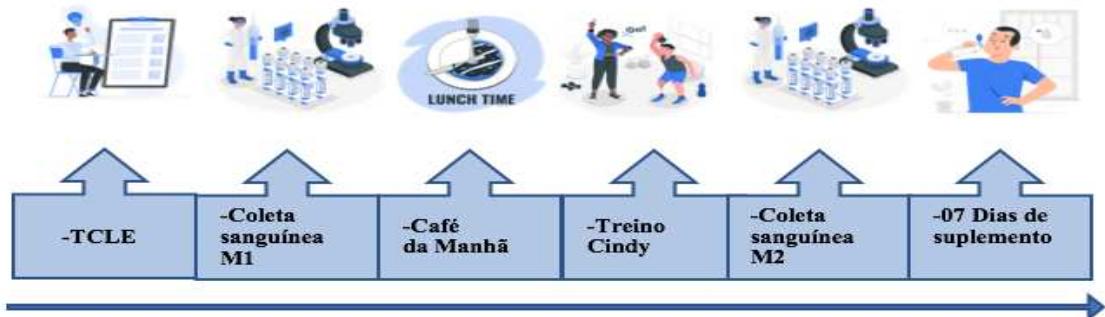
Em seguida, foi realizada a coleta sanguínea, após o procedimento das coletas, os atletas foram orientados e convidados a consumirem um café da manhã padrão (Toscano *et al.*, 2019),

que consistiu em um sanduíche (50 g de pão de trigo + 34 g de queijo branco processado = 152 kcal, 21,8 g de carboidratos, 7,4 g de proteína, 7,4 g de gordura, 3,6 g de fibra), a ingestão de água ficou a critério dos participantes.

Trinta minutos após o café da manhã, os voluntários realizaram um aquecimento que envolveu, trabalho de mobilidade articular, alongamento dinâmico e uma corrida 5 minutos em baixa intensidade, o máximo de repetições possíveis do treino de CROSSFIT® denominado “CINDY”. Após o término do treino foram realizadas novas coletas sanguíneas.

Somente após realização de todos os testes e protocolos os participantes fizeram a primeira ingestão de Bebida Acerola (BA) grupo experimental e Bebida placebo (BP) grupo controle. O protocolo de suplementação ocorreu durante sete dias e as suplementações foram entregues por um pesquisador que não sabia o que continha, da mesma forma que os participantes não foram informados sobre a composição da suplementação. O desenho experimental com maiores detalhes é ilustrado na Figura 01.

Figura 01 – Desenho experimental do estudo da Primeira Intervenção



Segunda Intervenção

No segundo encontro, após a chegada ao local da intervenção, os atletas foram acomodados e perguntados se praticaram exercício físico intenso nas últimas 24 horas, se estão em jejum noturno 10 horas. Em seguida, foi realizada a coleta sanguínea.

Após a coleta de sangue, os atletas foram orientados e convidados a consumirem um café da manhã padrão (Toscano *et al.*, 2019), que consistiu em um sanduíche (50 g de pão de trigo + 34 g de queijo branco processado = 152 kcal, 21,8 g de carboidratos, 7,4 g de proteína, 7,4 g de gordura, 3,6 g de fibra), a ingestão de água ficou a critério dos participantes.

Trinta minutos após o café da manhã, os voluntários realizaram o máximo de repetições possíveis do treino de CrossFit® denominado “CINDY”. Após o término do treino, e por fim foram realizadas novas coletas sanguíneas. O desenho experimental com maiores detalhes é ilustrado na Figura 02.

Figura 02 – Desenho experimental do estudo da Segunda Intervenção



5.3 Bebida experimental (acerola) e bebida controle (placebo)

O suco da Acerola foi produzido segundo metodologia proposta por Dala-Paula *et al.* (2019). As frutas frescas foram higienizadas em água clorada (200ppm), liquidificadas em aparelho doméstico por 50s (mas neste momento sem adição de outros líquidos como foi proposto no estudo original), passados por uma peneira com abertura de malha de 850µm e então acondicionados em recipientes de vidro transparente com tampa, sob refrigeração a 4°C.

Assim, foi obtido o suco a 100% (suco integral) ao qual foram adicionadas adoçante dietético (03 gotas para cada 100ml), para que se tornasse mais palatável, devido ao sabor ácido característica da fruta.

A bebida placebo (PLA) foi feita a partir de água mineral adicionada de essência de acerola, espessante no mesmo sabor para dar mais consistência e adoçante dietético (05 gotas para cada 100ml).

Durante os sete dias, todas as bebidas foram armazenadas sob refrigeração a 4°C em squeezes idênticas entre si, de material escuro e opaco, para sua posterior distribuição. A suplementação foi distribuída em volume de 10ml/Kg, ajustada para cada atleta de acordo com método descrito por (Toscano *et al.*, 2019).

5.4 Protocolo de treino “Cindy”

Os voluntários realizaram o maior número de repetições possíveis em 20 minutos do WOD “CINDY” 5 Pull-ups (puxada na barra fixa), 10 Push-ups (flexão de braços no solo) e 15

Squats (agachamentos livres), a contagem do total de repetições foi realizada e registrada por um pesquisador.

Esse WOD foi escolhido por ser o mais apresentado em estudos científicos e por utilizar apenas o peso do corpo o peso do corpo, buscando uniformizar ao máximo a carga de treino e por ser capaz de desencadear, em praticantes de Crossfit® novatos e experientes, perturbações agudas significativas na contagem de leucócitos, em marcadores de estresse e no tecido muscular em uma única sessão (Gomes *et al.*, 2020).

5.5 Coleta de sangue

Amostras de sangue venoso foram coletadas por profissionais habilitados em um recinto previamente preparado para o procedimento com a devida proteção do profissional (luvas, máscaras e aventais) e dos atletas (agulhas, adaptador, vacuntainer novos e descartáveis).

Foram coletados 10 ml de sangue da veia cubital mediana de cada atleta, com o local devidamente higienizado com etanol a 70%, e em seguida separados e rotulados em tubos com identificação do participante.

Após as coletas, os tubos foram centrifugados a 2500 rpm por dez minutos. Foram analisados em analisador automático os seguintes parâmetros hematológicos: hematócrito (HCT); hemoglobina (Hb); glóbulos vermelhos (GV); volume corpuscular médio (VCM); hemoglobina corpuscular média (HCM); concentração média de hemoglobina corpuscular (CHCM); plaquetas (Pla); volume médio de plaquetas (MPV), amplitude de distribuição das plaquetas (PDW) e volume total de plaquetas (PCT); contagem total e diferencial de leucócitos.

5.6 Análise estatística

Foi utilizada a medida de tendência central (média, mediana e desvio padrão) para caracterizar os dados da amostra. Para testar a distribuição dos dados foi empregado o teste Shapiro-Wilk. Sendo a distribuição normal, foi utilizado Anova Mista de medidas repetidas. Os dados foram analisados em pacotes estatísticos SPSS 20.0, adotando como significância $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

6.1 Desempenho

Os resultados de desempenho, estão expostos em repetições totais por sessão e podem ser vistos na tabela 03, abaixo. Podemos observar que não existem diferenças significativas entre os grupos controle e experimental (Efeito Grupo), já ao comparar as repetições entre as sessões (Efeito Tempo), não encontramos efeito no grupo controle, mas foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p=0,002$), no grupo experimental.

Tabela 03 - Comparação entre número de repetições entre grupos e sessões de treinamento.

	Número de repetições Sessão 1	Número de repetições Sessão 2	Efeito Tempo	Efeito Grupo
Controle	493,4 \pm 99,8 repetições	504,4 \pm 115 repetições	-	-
Experimental	443,7 \pm 104,5 repetições	498,6 \pm 132,5 repetições	$p= 0,002$	-

- Sem significância estatística

6.2 Eritrograma

Ao comparar os resultados entre grupo experimental e grupo controle, durante os momentos M1, M2, M3 e M4, podemos observar que não existem diferenças nos valores de Hemácias, VCM, HCM, CHCM e RDW, nem para o efeito grupo (entre grupos) nem para o efeito tempo (entre momentos).

Já ao analisar os resultados de Hemoglobina, não foram encontradas diferenças estatísticas no efeito tempo, entretanto houve diferença entre os grupos em todos os momentos, sendo os valores de Hemoglobina maiores no grupo controle.

Os resultados do Hematócrito, também não apresentaram diferenças no efeito tempo, mas houve diferença entre os grupos em todos os momentos. Todos os resultados das variáveis descritas anteriormente podem ser vistos na tabela 04.

Tabela 04 – Comparação entre grupos entre Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 das variáveis que compõem o eritrograma.

		M1	M2	M3	M4	Efeito Tempo	Efeito grupo
Hemácias (milhões/mm ³)	Controle	5,05 ($\pm 0,23$)	5,07 ($\pm 0,27$)	4,99 ($\pm 0,22$)	5,07 ($\pm 0,25$)	-	-
	Experimental	4,80 ($\pm 0,23$)	4,90 ($\pm 0,28$)	4,83 ($\pm 0,21$)	4,82 ($\pm 0,25$)	-	
Hemoglobina (g/dL)	Controle	13,87 ($\pm 0,58$)	14 ($\pm 0,69$)	13,85 ($\pm 0,58$)	13,98 ($\pm 0,70$)	-	M1=0,02; M2=0,01; M3=0,01; M4=0,01;
	Experimental	13,18 ($\pm 0,53$)	13,20 ($\pm 0,51$)	13,18 ($\pm 0,17$)	13,22 ($\pm 0,39$)	-	
Hematócrito (%)	Controle	43,3 ($\pm 1,95$)	44 ($\pm 2,09$)	43 ($\pm 1,54$)	43,7 ($\pm 2,16$)	-	M1=0,01; M2=0,009; M3=0,005; M4=0,008;
	Experimental	41 ($\pm 1,29$)	41,32 ($\pm 1,37$)	43 ($\pm 1,54$)	43,7 ($\pm 2,16$)	-	

VCM (fL)	Controle	85,73 ($\pm 2,6$)	86,82 ($\pm 2,2$)	86,23 ($\pm 2,8$)	86,23 ($\pm 2,2$)	-	
	Experimental	85,53 ($\pm 2,4$)	84,32 ($\pm 2,6$)	84,41 (± 2)	84,77 (± 3)	-	
HCM (pg)	Controle	27,46 ($\pm 0,94$)	27,65 ($\pm 0,73$)	27,73 ($\pm 0,90$)	27,60 ($\pm 0,81$)	-	
	Experimental	27,5 ($\pm 0,54$)	26,91 ($\pm 0,67$)	27,33 ($\pm 0,91$)	27,46 ($\pm 0,91$)	-	
CHCM (%)	Controle	32 ($\pm 0,5$)	31,86 ($\pm 0,26$)	32,15 ($\pm 0,40$)	32 ($\pm 0,25$)	-	
	Experimental	32,13 ($\pm 0,68$)	32 ($\pm 0,73$)	32,3 ($\pm 0,43$)	32,40 ($\pm 0,53$)	-	
RDW (%)	Controle	11,30 ($\pm 0,31$)	11,26 ($\pm 0,51$)	11,05 ($\pm 0,50$)	11,28 ($\pm 0,61$)	-	
	Experimental	11,27 ($\pm 0,83$)	11,20 ($\pm 0,91$)	11,25 ($\pm 0,73$)	11,50 ($\pm 1,40$)	-	

- Sem significância estatística

6.3 Leucograma

Na análise do Leucograma, não foram encontradas diferenças entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas. Ao analisar o efeito tempo a única variável que apresentou diferença estatisticamente significante, foram os Basófilos no grupo experimental entre os momentos M2 e M3, todos esses achados podem ser vistos na Tabela de número 05.

Tabela 05 – Comparação entre grupos Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 que compõem o Leucograma

		M1	M2	M3	M4	Efeito Tempo	Efeito Grupo
Leucócitos (células/m³)	Controle	5.766,2 ($\pm 1.346,6$)	6.080 ($\pm 1.945,3$)	5.708 ($\pm 1.582,7$)	5.774 ($\pm 1.582,7$)	-	-
	Experimental	5.721,2 ($1.194,20$)	6.211,2 (± 1.371)	5.138,7 ($\pm 1.137,1$)	5.667,5 ($\pm 1.286,3$)	-	-
Eosinófilos (mm³)	Controle	0,81 ($\pm 0,44$)	0,82 ($\pm 0,51$)	1,26 ($\pm 0,80$)	0,97 ($\pm 0,48$)	-	-
	Experimental	1,15 ($\pm 0,73$)	0,92 ($\pm 0,65$)	1,26 ($\pm 0,80$)	0,97 ($\pm 0,48$)	-	-
Basófilos (mm³)	Controle	0,56 ($\pm 0,1$)	0,51 ($\pm 0,15$)	0,51 ($\pm 0,14$)	0,55 ($\pm 0,12$)	-	-
	Experimental	0,58 ($\pm 0,09$)	0,46 ($\pm 0,10$)	0,60 ($\pm 0,10$)	0,46 ($\pm 0,16$)	M2-M3	-
Neutrófilos (mm³)	Controle	56,43 ($\pm 8,32$)	60,42 ($\pm 6,86$)	53,71 ($\pm 5,39$)	57,43 ($\pm 6,76$)	-	-
	Experimental	55,63 ($\pm 4,3$)	59,11 ($\pm 4,65$)	53,11 ($\pm 4,83$)	57,12 ($\pm 7,65$)	-	-
Linfócitos (mm³)	Controle	37 ($\pm 7,65$)	33 ($\pm 7,03$)	38 ($\pm 6,28$)	36 ($\pm 5,70$)	-	-
	Experimental	37 ($\pm 4,27$)	34 ($\pm 4,61$)	39 ($\pm 3,74$)	35 ($\pm 8,37$)	-	-
Monócitos (mm³)	Controle	5,95 ($\pm 0,81$)	5,78 ($\pm 1,87$)	6,50 ($1,37$)	5,40 ($\pm 1,74$)	-	-

	Experimental	5,56 (±1,68)	6,12 (±1,81)	5,88 (±1,37)	6,21 (±1,56)	-	-
--	--------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	---	---

- Sem significância estatística

6.4 Plaquetograma

Já ao analisar os resultados do Plaquetograma, não foram achadas diferenças estatísticas no efeito grupo em nenhuma das variáveis (MPV, PDW, PCT e Plaquetas). Não foram encontradas diferenças no efeito tempo nas variáveis PDW e Plaquetas.

No entanto, foram encontradas diferenças significantes na variável MPV do grupo controle (M1 e M2; M1 e M3) e no grupo experimental (M1 e M3). Já na variável PCT, não foram encontradas diferenças no grupo experimental e houve diferença estatística no grupo controle (M1 e M2; M2 e M3). Todos os resultados do Plaquetograma podem ser vistos na tabela 06.

Tabela 06 – Comparação entre grupos Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 que compõem o Plaquetograma

		M1	M2	M3	M4	Efeito Tempo	Efeito Grupo
MPV (%)	Controle	8,28 (±0,31)	7,77 (±0,62)	8 (±0,28)	7,90 (±0,58)		M1-M2=0,02 M1-M3=0,004
	Experimental	8,2 (±0,45)	8,2 (±0,48)	7,95 (±0,40)	8,10 (±0,42)		M1-M3=0,01
PDW (%)	Controle	14,81 (±1,1)	14,52 (±1,07)	15,12 (±1,08)	15,07 (±1,14)		-
	Experimental	14,88 (±1,57)	15,11 (±1,66)	14,61 (±1,81)	14,91 (±1,58)		-
PCT (%)	Controle	0,23 (±0,05)	0,26 (±0,05)	0,22 (±0,03)	0,23 (±0,03)		M1-M2=0,04 M2-M3=0,01
	Experimental	0,23 (±0,06)	0,24 (±0,06)	0,22 (±0,05)	0,23 (±0,05)		-
Plaquetas (mm³)	Controle	282.372,0(±56.259,4)	328.875,0 (±72.621,2)	255.975,0 (±100.715,1)	299.125,0 (45.577,00)		-
	Experimental	286.375,0 (±87.547,)	301.875,0 (87.838,2)	284.000 (±74.092,6)	298.250,0 (±77.891,4)		-

- Sem significância estatística

7 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar se o suco de acerola promove efeitos em homens praticantes de CrossFit® sobre o desempenho e marcadores hematológicos após um treino específico. Os resultados sobre o desempenho, vide (tabela 03) podemos observar que não

existem diferenças significativas entre os grupos controle e experimental (Efeito Grupo), já ao comparar as repetições entre as sessões (Efeito Tempo), não encontramos efeito no grupo controle, mas foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p=0,002$), no grupo experimental.

Esses resultados corroboram com o estudo de (Howatson *et al.*, 2010), que diz que danos musculares induzidos pelo exercício, que causam respostas inflamatórias, são comuns entre atletas durante treinamentos ou competições prolongadas. Suplementos nutricionais antioxidantes e anti-inflamatórios são estratégias comuns utilizadas para reduzir esses danos.

Em função das contrações musculares durante o treinamento de resistência de baixa e alta carga dependem principalmente da via da glicólise anaeróbica para obter energia, hipoteticamente falando, pois não há oxigênio suficiente para depender puramente do sistema aeróbio e dos ácidos graxos para fornecer energia com rapidez suficiente (Tesch *et al.*, 1998). Outra hipótese sobre o resultado do desempenho seria a de que carboidratos dietéticos podem melhorar o desempenho em esportes de resistência, pois são o substrato energético muscular preferido em intensidades moderadas a altas (Burke *et al.*, 2011).

Na comparação entre grupos Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 vide (tabela 04) das variáveis que compõem o Eritrograma, não houve significância estatística, nem alteração no Efeito Tempo, porém foi observado pequena alteração hematológica e hematócrito no Efeito Grupo entre os momentos $M1=0,02$; $M2=0,01$; $M3=0,01$; $M4=0,01$; hipotetizando uma resposta aguda ao exercício, segundo (Minuzzi *et al.*, 2017) que sessões agudas de exercício de alta intensidade induzem grandes alterações no perfil hematológico, no estado redox e nos índices metabólicos.

Na comparação entre grupos Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 das variáveis que compõem o Leucograma, não houve significância estatística, porém para o grupo experimental, houve uma pequena alteração nos basófilos $M2-M3=0,03$, vide (tabela 05) essa resposta pode remeter uma resposta alérgica a alguma substância encontrada na acerola, segundo a (Brittanica, 2022), os basófilos se manifestam na presença de sintomas alérgicos, algumas técnicas foram desenvolvidas para examinar as respostas dos basófilos aos alérgenos. Infelizmente, os basófilos são propensos à ativação inespecífica por uma variedade de fatores e são difíceis de transportar e manipular.

O ideal para esta análise seria fazer o teste de liberação de histamina de basófilos, que é o principal utilizado na investigação de alergias e mede a liberação de histamina de basófilos de sangue periférico humano incubados após estímulo com potenciais alérgenos.

Na comparação entre grupos Controle e Experimental nos momentos M1, M2, M3 e M4 das variáveis que compõem o Plaquetograma vide (tabela 06) não houve significância estatística para nenhum dos grupos no Efeito Grupo, porém, houve alteração no efeito tempo de (MPV%) para o grupo controle $M1-M2= 0,02$, $M1-M3= 0,004$ e para o grupo experimental $M1-M3= 0,03$. Esses dados, hipoteticamente corroboram com (Alis et al., 2016) que diz que exercício agudo pode causar alterações nos índices e na função plaquetária. Houve alteração no efeito tempo de (PCT%) apenas para o grupo controle $M1-M2=0,004$. Segundo (Peretti et al., 2018) exercício curto e de alta intensidade causou elevação dos biomarcadores cardíacos. Porém, segundo (Romagnoli et al., 2014) foi demonstrado que exercícios de resistência e/ou extenuantes de médio e longo prazo desencadeiam elevações transitórias de biomarcadores musculares e cardíacos.

8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma vez que foi empregada na análise um modelo de suplementação a base do suco natural de acerola pelo período de sete dias, torna-se possível considerar que pesquisas futuras possam adotar períodos de suplementação mais extensos e que possam resultar em resultados mais distintos.

9 CONCLUSÃO

Com base nos dados apresentados, pode-se hipotetizar, que a suplementação com suco de acerola por sete dias, resultou em melhorias no desempenho físico, porém, não apresentou resultados estatisticamente significantes nos parâmetros hematológicos. No entanto, é importante investigar quais possíveis compostos bioativos presentes na acerola provocaram os resultados sobre o desempenho, gerando um promissor recurso ergogênico natural.

REFERÊNCIAS

- ALIS, R. et al. Effect of training status on the changes in platelet parameters induced by short-duration exhaustive exercise. **Platelets**, v. 27, n. 2, p. 117-122, 2016.
- ASSIS, S. A. et al. Acerola: importance, culture conditions, production and biochemical aspects. **Fruits**, v. 63, n. 2, p. 93–101, mar. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits:2007051>.
- BARBALHO, S. M. et al. Evaluation of glycemic and lipid profile of offspring of diabetic

wistar rats treated with *Malpighia emarginata* juice. **Experimental Diabetes Research**, v. 2011, 2011.

BELWAL, T. *et al.* Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia* spp.) and its potential as functional food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 74, p. 99–106, abr. 2018.

BERGERON, M. F. *et al.* Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine Consensus Paper on Extreme Conditioning Programs in Military Personnel: **Current Sports Medicine Reports**, v. 10, n. 6, p. 383–389, nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e318237bf8a>.

BENTLEY, D. J. *et al.* Acute and chronic effects of antioxidant supplementation on exercise performance. **Antioxidants in Sport Nutrition**, 1st ed.; CRC Press: Boca Raton FL, USA, p. 141, 2015.

BOUAYED, J; BOHN, T. Exogenous antioxidants—Double-edged swords in cellular redox state. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 3, n. 4, p. 228-237, 2010.

BOGDANIS, G. C. *et al.* Acute and delayed hormonal and blood cell count responses to high-intensity exercise before and after short-term high-intensity interval training. **Research in Sports Medicine**, v. 30, n. 4, p. 400-414, 2022. doi: 10.1080/15438627.2021.1895783.

BRITTANICA. “**basófilo**”. Encyclopedia Britannica, 11 de novembro de 2022. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/basophil>. Acesso em: 02 mar. 2024.

BURKE, L. M. *et al.* Carbohydrates for training and competition. **Food, Nutrition and Sports Performance III**, p. 17-27, 2013. DOI: 10.1080/02640414.2011.585473.

CAMPBELL, J. P; TURNER, J. E. Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan. **Frontiers in immunology**, v. 9, p. 648, 2018.

CAPPATO, L. P. *et al.* Whey acerola-flavoured drink submitted Ohmic Heating: Bioactive compounds, antioxidant capacity, thermal behavior, water mobility, fatty acid profile and volatile compounds. **Food chemistry**, v. 263, p. 81-88, 2018.

CERQUEIRA, É. *et al.* Inflammatory effects of high and moderate intensity exercise—a systematic review. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 1550, 2020.

CRUZ, R. G. *et al.* Comparison of the antioxidant property of acerola extracts with synthetic antioxidants using an in vivo method with yeasts. **Food Chemistry**, v. 277, p. 698–705, 30 mar. 2019.

CROSSFIT. **Guia de treinamento de nível 1**: Estados Unidos. 2002-2020. 2020. Disponível em: http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_L1_TG_Portuguese.pdf. Acesso em: 04 mar. 2024.

DALA-PAULA, B. M. *et al.* Processamento doméstico e armazenamento nas características físico-químicas de suco de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, 2019.

DI MEO, S; NAPOLITANO, G; VENDITTI, P. Mediators of physical activity protection against ros-linked skeletal muscle damage. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 12, 2 jun. 2019.

DIAS, F. M. *et al.* Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) juice intake protects against alterations to proteins involved in inflammatory and lipolysis pathways in the adipose tissue of obese mice fed a cafeteria diet. **Lipids in Health and Disease**, v. 13, n. 24, 2014.

FEITO, Y. *et al.* High-intensity functional training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. **Sports**, v. 6, n. 3, p. 76, 2018.

FREITAS, C. A. S. *et al.* Acerola: production, composition, nutritional aspects and products. **R. Bras. Agrociência**, v. 12, n. 4, p. 395-400, out-dez, 2006.

GABRIEL, H; KINDERMANN, W. The acute immune response to exercise: what does it mean?. **International journal of sports medicine**, v. 18, n.1, p. S28-S45, 1997.

GOMES, J. H. *et al.* Acute leucocyte, muscle damage, and stress marker responses to high-intensity functional training. **PLOS ONE**, v. 15, n. 12, p. e0243276, 3 dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243276>.

GLEESON, M. *et al.* Short-term changes in the blood leucocyte and platelet count following different durations of high-intensity treadmill running. **Journal of Sports Sciences**, v. 13, n. 2, p. 115–123, 1995.

GONZÁLEZ, R. *et al.* Effects of flavonoids and other polyphenols on inflammation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 4, p. 331–362, abr. 2011.

HANAMURA, T; HAGIWARA, T; KAWAGISHI, H. Structural and Functional Characterization of Polyphenols Isolated from Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) Fruit. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 69, n. 2, p. 280–286, 1 jan. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1271/bbb.69.280>.

HE, F. *et al.* Redox Mechanism of Reactive Oxygen Species in Exercise. **Front. Physiol**, v. 7, n. 486, 2016.

HOWATSON, G. *et al.* Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, n. 6, p. 843-852, 2010.

HUSSAIN, T. *et al.* Oxidative Stress and Inflammation: What Polyphenols Can Do for Us? **Oxidative Medicine and Cellular Longevity** Hindawi Limited, 2016.

LEFFA, D. D. *et al.* Corrective effects of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) juice intake on biochemical and genotoxicological parameters in mice fed on a high-fat diet. **Mutation**

Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, v. 770, p. 144–152, dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2013.11.005>.

LIMA, V. L. A. G. *et al.* Antioxidant capacity of anthocyanins from acerola genotypes. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.31, n.1 p. 86-92, jan.-mar. 2011.

MARGARITELIS, N. V. *et al.* Redox basis of exercise physiology. **Redox Biology**, v. 35, 1 ago. 2020.

MASON, S. A. *et al.* Muscle redox signalling pathways in exercise. Role of antioxidants. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 29–45, 1 set. 2016.

MEZADRI, T. *et al.* Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 4, p. 282–290, jun. 2008.

MINUZZI, L. G. *et al.* Acute hematological and inflammatory responses to high-intensity exercise tests: impact of duration and mode of exercise. **International journal of sports medicine**, v. 38, n. 07, p. 551-559, 2017. DOI: 10.1055/s-0042-117723.

MOTOHASHI, N. *et al.* Biological activity of barbados cherry (acerola fruits, fruit of *Malpighia emarginata* DC) extracts and fractions: BIOLOGICAL ACTIVITY OF ACEROLA FRUIT. **Phytotherapy Research**, v. 18, n. 3, p. 212–223, mar. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.1426>.

NAGAMINA, I. *et al.* Effect of Acerola Cherry Extract on Cell Proliferation and Activation of Ras Signal Pathway at the Promotion Stage of Lung Tumorigenesis in Mice. **J. Nutr. Sci. Vitaminol.**, v. 48, p. 69-72, 2002.

NATALE, V. M. *et al.* Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. **Revista paulista de medicina**, v. 121, n. 1, p. 9–14, 2003.

NUNES, R. S. *et al.* Antigenotoxicity and Antioxidant Activity of Acerola Fruit (*Malpighia glabra* L.) at Two Stages of Ripeness. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, n. 2, p. 129–135, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-011-0223-7>.

NUNES, R. S. *et al.* Genotoxic and antigenotoxic activity of acerola (*malpighia glabra* L.) extract in relation to the geographic origin. **Phytotherapy Research**, v. 27, n. 10, p. 1495–1501, out. 2013.

PAZ, M. *et al.* Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462–468, 1 abr. 2015.

PERETTI, A. *et al.* Cardiac biomarkers release in preadolescent athletes after an high intensity exercise. **High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention**, v. 25, p. 89-96, 2018. DOI: 10.1007/s40292-017-0243-y.

PELUSO, I. *et al.* Flavonoids and Immune Function in Human: A Systematic Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 3, p. 383–395, 23 fev. 2015.

PORRINI, M; DEL BO', C. Ergogenic aids and supplements. **Sports Endocrinology**, v. 47, p. 128-152, 2016. DOI: 10.1159/000445176.

PRAKASH, A; BASKARAN, R. Acerola, an untapped functional superfruit: a review on latest frontiers. **J Food Sci Technol**, v. 55, n. 9, 2018.

PRESTES, J. *et al.* Strength And Muscular Adaptations Following 6 Weeks Of Rest-Pause Versus Traditional Multiple-Sets [SEP]Resistance Training in Trained Subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, 2017. [SEP]

ROCHETTE, N. F. G. *et al.* Effect of the pretreatment with acerola (Malpighia emarginata DC.) juice on ethanol-induced oxidative stress in mice—Hepatoprotective potential of acerola juice. **Free Radicals and Antioxidants**, v. 3, p. 6 - 21, 2013.

QUARESMA, M. V. L. S; MARQUES, C. G; NAKAMOTO, F. P. Effects of diet interventions, dietary supplements, and performance-enhancing substances on the performance of CrossFit-trained individuals: A systematic review of clinical studies. **Nutrition**, v. 82, p. 110994, fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110994>.

RANDOMIZER. **Research Randomizer**. 2024. Disponível em: <https://www.randomizer.org/>. Acesso em: 04 mar. 2024.

RIGHETTO, A. M; NETOO F. M; CARRARO, F. Chemical Composition and Antioxidant Activity of juices from Mature and Immature acerola (Malpighia emarginata DC). **Food Sci Technol Int.**, v. 11, p. 315–321, 2005.

ROTHSCHILD, J. A; BISHOP, D. J. Effects of dietary supplements on adaptations to endurance training. **Sports Medicine**, v. 50, n. 1, p. 25-53, 2020.

ROSSO, V. V; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition of two Brazilian genotypes of acerola (Malpighia punicifolia L.) from two harvests. **Food Research International**, v. 38, n. 8–9, p. 1073–1077, out. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.023>.

SHEK, P. N. *et al.* Strenuous exercise and immunological changes: A multiple-time-point analysis of leukocyte subsets, CD4/CD8 ratio, immunoglobulin production and NK cell response. **International Journal of Sports Medicine**, v. 16, n. 7, p. 466–474, 1995.

SILVA, M.V; AMARAL, J. F; BARA FILHO, M. G. Método da PSE da sessão para o monitoramento da carga de treinamento nas corridas. **Coleção Pesquisa em Educação Física, Várzea Paulista**, v. 13, n. 4, p. 99-106, 2014.

SCHEFFER, D. L; LATINI, A. Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. **Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease**, v. 1866, n. 10, 1 out. 2020.

SCHLAGHECK, M. L. *et al.* Cellular immune response to acute exercise: Comparison of endurance and resistance exercise. **European Journal of Haematology**, v. 105, n. 1, p. 75–84, 1 jul. 2020.

SCHIEBER, M; CHANDEL, N. S. ROS function in redox signaling and oxidative stress. **Current Biology**, v. 24, n. 10, 2014.

TESCH, P. A *et al.* Perda de glicogênio muscular esquelético evocada por exercícios de resistência. **J. Força Cond. Res.**, v. 12, p. 67–73, 1998. DOI: 10.1519/00124278-199805000-00001.

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

TOSCANO, L. L. T. *et al.* A single dose of purple grape juice improves physical performance and antioxidant activity in runners: a randomized, crossover, double-blind, placebo study. **Springer Nature**, v. 59, n. 7, 2019.

TOSCANO, L. L. T. *et al.* A single dose of purple grape juice improves physical performance and antioxidant activity in runners: a randomized, crossover, double-blind, placebo study. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 7, p. 2997–3007, 1 out. 2020.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2022. **ACSM's Health and Fitness Journal**, v. 26, n. 1, p. 11– 20, 2022.

ROMAGNOLI, M. *et al.* Influence of training and a maximal exercise test in analytical variability of muscular, hepatic, and cardiovascular biochemical variables. **Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation**, v. 74, n. 3, p. 192-198, 2014. DOI: 10.3109/00365513.2013.873948.

XU, M. *et al.* Metabolomic analysis of acerola cherry (*Malpighia emarginata*) fruit during ripening development via UPLC-Q-TOF and contribution to the antioxidant activity. **Food Research International**, v. 130, p. 108915, abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108915>.