



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

RASCHELLE RAMALHO ROSAS

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM GUARANÁ (PAULLINIA CUPANA)
SOBRE A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E PARÂMETROS
HEMODINÂMICOS PRÉ E PÓS-EXERCÍCIO: UM ENSAIO CLÍNICO,
CRUZADO, DUPLO-CEGO E PLACEBO CONTROLADO**

MANAUS-AM

2025

RASCHELLE RAMALHO ROSAS

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM GUARANÁ (PAULLINIA CUPANA)
SOBRE A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E PARÂMETROS
HEMODINÂMICOS PRÉ E PÓS-EXERCÍCIO: UM ENSAIO CLÍNICO,
CRUZADO, DUPLO CEGO E PLACEBO CONTROLADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano

Linha de pesquisa: Atividade Física e Esporte

Orientador: Prof. Dr. Mateus Rossato

MANAUS – AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- R789e Rosas, Raschelle Ramalho
 Efeito da suplementação com guaraná (paullinia cupana) sobre a
 variabilidade da frequência cardíaca e parâmetros hemodinâmicos
 pré e pós-exercício: um ensaio clínico, cruzado, duplo cego e
 placebo controlado / Raschelle Ramalho Rosas. - 2025.
 58 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Mateus Rossato.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas,
 Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,
 Manaus , 2025.
1. modulação autonômica cardíaca. 2. sistema nervoso
 autônomo. 3. respostas autonômicas. 4. exercício de salto. I.
 Rossato, Mateus. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa
 de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. III. Título
-

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO
HUMANO

Dissertação intitulado:

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM GUARANÁ (PAULLINIA CUPANA)
SOBRE A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E PARÂMETROS
HEMODINÂMICOS PRÉ E PÓS-EXERCÍCIO: UM ENSAIO CLÍNICO,
CRUZADO, DUPLO CEGO E PLACEBO CONTROLADO

Elaborada por Raschelle Ramalho Rosas

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor Mateus Rossato – UFAM
Presidente da Sessão

Professora Doutora Lucieli Teresa Cambri – UFMT
Membro Externo

Professor Doutor Guilherme Peixoto Tinoco Arêas – UFAM
Membro Interno

Manaus, 24 de Junho de 2025

Com gratidão, dedico esta dissertação a todos que estiveram ao meu lado, direta ou indiretamente, nessa caminhada, cujo apoio incondicional e encorajamento foram fundamentais para que eu pudesse realizar este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, de muito estudo e dedicação, gostaria de agradecer algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização deste sonho. Primeiramente agradeço ao Prof. Dr. Mateus Rossato, meu orientador, pela pessoa e profissional que és. Obrigada pela sua dedicação, orientação, paciência e cuidado. Obrigada pelos conselhos, pela sua amizade e por sempre ter acreditado e depositado a sua confiança na minha pessoa. Sem a sua orientação, apoio, confiança, não somente nesse trabalho, mas também durante toda a minha trajetória acadêmica, nada disso seria possível.

Agradeço a minha família, em especial à minha mãe, Rosângela Ramalho, ao meu pai Kennedy Viana e às minhas irmãs, Rillary Ramalho e Reschelly Ramalho, pelo incentivo, pelo amor e apoio. Sou grata aos meus pais pelas inúmeras abdições e esforços feitos ao longo desses 24 anos, para que meu estudo fosse priorizado, sem vocês nada disso seria possível. Vocês foram e são a minha maior fonte de inspiração e força durante a minha jornada acadêmica. Agradeço ao meu namorado, futuro esposo e futuro pai dos meus filhos, Denner Lopes, por todo apoio, suporte e confiança. Tu és um dos meus maiores orgulhos, exemplo de esforço e dedicação. Você me inspira a ser alguém melhor e a conquistar os meus sonhos, ao seu lado sinto que tudo posso. Agradeço aos meus amigos que estiveram ao meu lado durante o Mestrado e compartilharam comigo momentos únicos na qual guardarei com carinho, dentre esses queridos amigos destaco a Stephany Rodriguez, minha minha companheira de pesquisa, que esteve comigo diariamente nas coletas dando suporte e apoio durante essa jornada.

Destaco também as minhas companheiras e amigas da 3º turma do Programa Programa de Pós-Graduação em Ciências no Movimento Humano (PPGCiMH), Marília Leite, Alessandra Brito, Ellen Dantas e Maiane Menegardo, que tornaram este processo de mestrado leve, pelas suas companhias.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAF	Cafeína
FC	Frequência Cardíaca
GUA	Guaraná
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PAM	Pressão Arterial Média
PLA	Placebo
rMSSD	raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes
SDNN	Desvio padrão de todos os intervalos NN
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNC	Sistema Nervoso Central
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
30CJ	30 segundos de saltos contínuos

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Título	Nº da página
Figura 1. Desenho do estudo.	28
Figura 2. Valores de média e desvio padrão para os tratamentos de Placebo (PLA), Cafeína (CAF) e Guaraná (GUA) referente aos valores de RMSSD e SDNN.	34
Figura 3. Valores de média e desvio padrão para os tratamentos de Placebo (PLA), Cafeína (CAF) e Guaraná (GUA) referente aos valores de hemodinâmicos: PAS, PAD, PAM e FC.	36

Tabelas

Título	Nº da página
Tabela 1– Estudos que avaliaram o efeito do guaraná (Paullinia cupana) sobre a VFC em repouso e após o exercício.	20
Tabela 2– Estudos que avaliaram o efeito do guaraná (Paullinia cupana) nos parâmetros hemodinâmicos em repouso e após o exercício.	22
Tabela 3: Alimentos que contêm cafeína a serem evitados 10h antes da realização do protocolo de testes.	29
Tabela 4: Composição centesimal do pó de guaraná.	30

RESUMO

Objetivo: Avaliar os efeitos da suplementação com guaraná (*Paullinia Cupana*) sobre a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e parâmetros hemodinâmicos antes e após o exercício. **Materiais e Métodos:** Este estudo randomizado, cruzado, duplo-cego e placebo controlado incluiu 25 homens saudáveis e fisicamente ativos (idade: $21 \pm 2,5$ anos; peso: $72 \pm 8,9$ kg; altura: $173 \pm 6,1$ cm), normotensos ($\leq 120/80$ mmHg) e consumidores habituais de cafeína. Os participantes foram submetidos a três tratamentos: Guaraná, Cafeína e Placebo. Eles receberam 5 mg/kg de cafeína tanto nas cápsulas de cafeína quanto nas de guaraná, com um número igual de cápsulas de placebo, 60 minutos antes de um protocolo de exercício de salto contínuo (30CJ). A VFC (RMSSD e SDNN) e os parâmetros hemodinâmicos (pressão arterial sistólica [PAS], pressão arterial diastólica [PAD], frequência cardíaca [FC] e pressão arterial média [PAM]) foram analisados apenas os 40 minutos finais durante 60 minutos de repouso e 15 minutos pós-exercício. **Resultados:** Na VFC, foi observado em repouso uma redução significativa no RMSSD na suplementação de GUA em comparação com a suplementação de cafeína e placebo, enquanto que após o exercício, tanto a suplementação de guaraná quanto cafeína diminuíram o RMSSD quando comparados ao placebo (ambos, $p < 0.001$). Em relação aos parâmetros hemodinâmicos foi observado um aumento na PAS tanto na suplementação de GUA quanto CAF (ambos, $p < 0.001$), independente do tempo. Enquanto que para PAM, um aumento foi observado apenas no grupo CAF ($p < 0.05$) quando comparado ao placebo, independente do tempo. **Conclusão:** Nossos resultados permitem concluir que a utilização da suplementação com guaraná (5mg/kg de cafeína) demonstrou reduzir o tônus parassimpático (RMSSD) em repouso. Adicionalmente, promoveu um atraso na recuperação parassimpática após o exercício. Esses efeitos podem ser atribuídos à ação da cafeína presente em sua composição e à presença de outros compostos bioativos.

Palavras-chave: modulação autonômica cardíaca; sistema nervoso autônomo; respostas autonômicas; exercício de salto.

ABSTRACT

Objective: The aim of the study was to evaluate the effects of guaraná (Paullinia cupana) supplementation on heart rate variability (HRV) and hemodynamic parameters before and after exercise. **Materials and Methods:** This randomized, crossover, double-blind, placebo-controlled study included 25 healthy, physically active men (age: 21 ± 2.5 years; weight: 72 ± 8.9 kg; height: 173 ± 6.1 cm), normotensive ($\leq 120/80$ mmHg) and habitual caffeine consumers. Participants underwent three treatments: Guaraná, Caffeine, and Placebo. They received 5mg/kg of caffeine in both caffeine and guaraná capsules, with an equal number of placebo capsules, 60 minutes before continuous jump exercise protocol. HRV (RMSSD and SDNN) and hemodynamic parameters (systolic blood pressure [SBP], diastolic blood pressure [DBP], heart rate [HR], and mean arterial pressure [MAP]) were analyzed only during the final 40 minutes of a 60-minute rest period and the 15-minute post-exercise period. **Results:** In terms of HRV, a significant reduction in RMSSD at rest was observed with guarana supplementation ($p < 0.033$) compared to both caffeine supplementation and placebo. In the post-exercise, both guarana and caffeine supplementation decreased RMSSD when compared to placebo (both, $p < 0.001$). Regarding hemodynamic parameters, an increase in SBP was observed with both guarana and caffeine supplementation (both, $p < 0.001$), regardless of time point. For MAP, an increase was observed only in the caffeine group ($p < 0.05$) when compared to placebo, irrespective of time point. **Conclusion:** Guaraná supplementation (5mg/kg caffeine) reduced parasympathetic tone (RMSSD). Additionally, it delayed post-exercise parasympathetic recovery. These effects are likely attributable to the caffeine present in its composition, potentially alongside other bioactive compounds.

Keywords: cardiac autonomic modulation; autonomic nervous system; autonomic responses; Jump Exercise.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa.....	15
2. OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 O Guaraná e seus compostos.....	16
3.2 Efeitos do guaraná sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC).....	19
3.3 Efeitos do guaraná sobre os parâmetros hemodinâmicos	21
3.4 A Resposta da modulação autonômica cardíaca pré e pós exercício	23
3.5 O mecanismo de ação da cafeína sobre o sistema cardiovascular.....	24
3.6 O efeito da cafeína sobre os parâmetros cardiovasculares	25
3.6.1 Cafeína e Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)	25
3.6.2 Cafeína e Parâmetros Hemodinâmicos	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1 Seleção dos participantes	27
4.2 Procedimentos	27
4.3 Preparo e suplementação com guaraná/cafeína/placebo	29
4.4 Protocolo de exercício	31
4.5 Monitoramento da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC).....	31
4.6 Monitoramento dos Parâmetros Hemodinâmicos	32
4.7 Análise Estatística	32
5. RESULTADOS	33
5.1 Variabilidade da frequência cardíaca.....	33
5.2 Parâmetros Hemodinâmicos	35
6. DISCUSSÃO	36
6.1 Efeitos em Repouso	37
6.2 Efeitos Pós-Exercício	38
7. PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES	40
8. CONCLUSÃO.....	41
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

O Guaraná (*Paullinia cupana*) é uma planta nativa da região amazônica, com importância social, econômica e cultural para a população regional. Estudada por suas propriedades estimulantes, pesquisas recentes destacam seus benefícios no desempenho cognitivo (POMPORTES et al., 2019; PENNA et al., 2023) e físico (HACK et al., 2023; ESTRÁZULAS et al., 2024), além da redução da fadiga física e mental associada ao esforço físico (KENNEDY et al., 2008; DEL GIGLIO et al., 2013; CAMPOS et al., 2011). O guaraná é conhecido pelo seu alto teor de cafeína, podendo atingir concentrações de até 5% em sua composição (BORTOLIN et al., 2019), e pela presença de outros bioativos, como a teobromina, teofilina, taninos, saponinas e catequinas (SCHIMPL et al., 2013).

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é um suplemento popularmente utilizado por indivíduos fisicamente ativos e atletas, com reconhecidos efeitos ergogênicos no desempenho esportivo (MIELGO-AYUSO et al., 2019; GRGIC et al., 2018), incluindo a melhora sobre o estado de alerta e concentração (POMPORTES et al., 2019), bem como na melhora do desempenho físico (GRGIC et al., 2022). O principal mecanismo de ação da cafeína envolve a inibição dos receptores de adenosina (A1 e A2) no Sistema Nervoso Central (SNC), modulando o sistema nervoso autônomo e promovendo a liberação de catecolaminas (SCHWABE; UKENA; LOHSE, 1985; ECHEVERRI et al., 2010). Essa modulação reflete no sistema cardiovascular, com estudos demonstrando que a cafeína induz a retirada do tônus vagal e o aumento da atividade simpática em repouso, elevando a pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC) (KLISZCZEWICZ et al., 2018; ROBERTSON et al., 1978; CORTI et al., 2002; BUNSAWAT et al., 2015; HARTLEY et al., 2004). No período pós-exercício, a ingestão de cafeína parece atrasar a reativação parassimpática, comprometendo a recuperação (BENJAMIM et al., 2021; GONZAGA et al., 2019) e promoveu um retorno mais tardio da PAS, PAD e FC às condições basais, mantendo valores mais elevados (GONZAGA et al., 2017; BUNSAWAT et al., 2015).

Devido a sua alta concentração de cafeína, o guaraná tem sido objeto de crescentes estudos sobre seus efeitos no desempenho físico (HACK et al., 2023; ESTRÁZULAS et al., 2024; KENNEDY et al., 2008) e cognitivo (POMPORTES

et al., 2019, PENNA et al., 2023). Entretanto, não está claro na literatura a resposta do guaraná sobre a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e parâmetros hemodinâmicos em repouso e pós-exercício.

Com base na literatura atual, somente Pomportes et al., (2014) e Talik et al., (2024) avaliaram o efeito da suplementação de guaraná sobre a VFC em repouso, e ambos não encontraram respostas significativas no tônus vagal (RMSSD). Além disso, apenas Talik et al. (2024) investigaram os efeitos pós-exercício, sem identificar mudanças significativas na modulação vagal. Acreditamos que as baixas doses totais de cafeína presentes nos estudos de Pomportes et al., (2014), 100mg, e Talik et al., (2024) 130mg possam explicar a ausência de mudanças. Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, os resultados são conflitantes, com Sale et al. (2006) não observando efeitos, enquanto Haller et al. (2005) relataram um aumento persistente da PA e FC em repouso. Quanto aos efeitos pós exercício, no melhor de nosso conhecimento nenhum estudo investigou os efeitos do guaraná sobre parâmetros hemodinâmicos. Acreditamos que compreender como o guaraná pode influenciar a recuperação aguda pós exercício poderá ajudar os profissionais envolvidos com a preparação física.

Portanto, entender os efeitos do guaraná sobre o sistema simpatovagal é importante para entender futuros riscos do impacto desta suplementação ao longo prazo. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da suplementação com guaraná sobre a VFC e parâmetros hemodinâmicos em repouso e pós- exercício. Nossa hipótese é que a suplementação com guaraná, quando equiparada às doses de cafeína, irá promover diminuição da atividade parassimpática e consequente aumento nos parâmetros hemodinâmicos tanto em repouso quanto pós exercício e superiores aos observados com placebo.

1.1 Justificativa

Esse estudo justifica-se pelo potencial positivo que a pesquisa pode trazer para atletas, treinadores e profissionais da saúde, ao investigar os efeitos do guaraná como um recurso natural rico em cafeína e compostos bioativos. Além disso, este estudo preenche uma lacuna na literatura científica, contribuindo de forma significativa para o conhecimento científico, especialmente em relação aos efeitos do guaraná sobre a variabilidade da frequência cardíaca, parâmetros hemodinâmicos pré e pós-exercício. Por fim, a motivação pessoal da autora, que valoriza tanto a preservação da biodiversidade amazônica quanto o potencial econômico sustentável do guaraná na região onde reside, confere um caráter único e responsável a esta pesquisa.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar os efeitos da suplementação com guaraná (*Paullinia Cupana*) sobre a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e parâmetros hemodinâmicos pré e pós-exercício.

2.2 Específicos

Avaliar os efeitos da suplementação com guaraná sobre:

- a) A resposta da modulação autonômica cardíaca em repouso e após o exercício.
- b) Os parâmetros hemodinâmicos em repouso e após o exercício.
- c) As respostas da modulação autonômica cardíaca e dos parâmetros hemodinâmicos em relação à suplementação com cafeína e ao placebo, tanto em repouso quanto pós-exercício.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão tem como objetivo apresentar os efeitos do guaraná sobre o sistema cardiovascular presentes na literatura. Para fornecer detalhes sobre este tema, dividimos esta revisão em tópicos abordando sobre o guaraná e seus compostos, o efeito do guaraná na VFC e nos parâmetros hemodinâmicos, a resposta da modulação autonômica cardíaca pré e pós-exercício e o mecanismo de ação da cafeína sobre o sistema cardiovascular, tanto na VFC quanto nos parâmetros hemodinâmicos.

3.1 O Guaraná e seus compostos

O Guaraná (*Paullinia cupana*) é uma planta trepadeira, nativa da região amazônica, conhecida por suas propriedades estimulantes e medicinais. Em suas sementes concentram-se os compostos bioativos utilizados há séculos como fonte de energia e medicamento natural pelas comunidades indígenas da Amazônia, em especial os Sateré-Mawé (MARAVALHA, 1965; HENMAN, 1986). A *Paullinia* compreende mais de 100 espécies espalhadas pela América, com diversidades quanto a sua forma, cor do fruto, tamanho e localização geográfica (SCHIMPL et al., 2013). Entretanto, somente no Brasil é possível encontrar a *Paullinia cupana* Mart var. *Sorbilis*, também conhecida como *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Martius) Duke (Sapindaceae), considerada a mais estudada e utilizada comercial e economicamente (OZORIO; ATROCH; DO NASCIMENTO FILHO, 2019).

O guaraná foi relatado pela primeira vez por João Felipe Bettendorf em 1669 durante a expedição jesuíta à Amazônia, como uma bebida com propriedades estimulantes e diurética, com efeitos contra a dor, consumida pelos índios Sateré-Mawé (MARAVALHAS, 1965; HENMAN, 1986). O fruto de guaraná possui características arredondadas que variam de vermelha ou amarela quando madura e, verde escura quando imatura, já as suas sementes são marrom-escura, coberta por um arilo branco-giz, o seu tom escuro em contraste com vermelha da planta lembra um olho humano (SCHIMPL et al., 2013).

Devido às suas propriedades terapêuticas, o guaraná tornou-se conhecido mundialmente, o que o levou a ser incluído como uma planta

medicinal. As sementes são a parte mais comercializada em virtude da presença do seu alto teor de cafeína (1,3,7-trimetilxantina), ao qual é atribuída suas propriedades estimulantes. Enquanto fontes populares de cafeína, como café expresso e chá preto possuem aproximadamente 0,21% e 0,02% em sua composição, respectivamente, o guaraná apresenta até 5,3% dentre os seus bioativos (SCHIMPL et al., 2013; HECKMAN et al., 2010). Em consequência disso, são crescentes os estudos voltados ao uso do guaraná para a melhora na tomada de decisão, estado de alerta (POMPORTES et al., 2014, POMPORTES et al., 2019), memória (KENNEDY et al., 2004), assim como o seu uso na produção de bebidas energéticas, suplementação e produção de produtos comerciais com alto teor de cafeína (SCHIMPL et al., 2013; POMPORTES et al., 2014).

Dentre os seus compostos bioativos, o guaraná também possui outros alcaloides purínicos em menor quantidade, como a teobromina (3,7-dimetilxantina) e a teofilina (1,3-dimetilxantina) (WISNIEWSKI, 1955; OLIVEIRA, 2010), Além de flavonoides, como catequinas e epicatequinas, antocianinas, taninos e saponinas, com potencial de exercer impactos positivos adicionais na saúde humana (TORRES et al., 2022; BORTOLIN et al., 2019). Como por exemplo, a redução da fadiga crônica em pacientes com câncer (DE OLIVEIRA CAMPOS et al., 2011), assim como polissacarídeos, proteínas e ácidos graxos (ANGELUCCI et al, 1978; USHIROBIRA et al, 2004).

Tem sido investigada o uso da suplementação com guaraná como recurso ergogênico para a melhora na performance esportiva, assim como estudos voltados para os benefícios do guaraná sobre o desempenho cognitivo, com melhoras na memória secundária, atenção (HASKELL et al, 2007; KENNEDY et al., 2008; KENNEDY et al., 2004; HACK et al., 2023), no humor (SCHOLEY et al., 2013), perda de peso (BOOZER et al., 2001; OPALA et al., 2006) e redução da fadiga física e mental associada ao esforço físico em indivíduos saudáveis e com câncer (KENNEDY et al., 2008; DEL GIGLIO et al., 2013; CAMPOS et al., 2011). Além dos benefícios à saúde como na regulação intestinal, ação cardioprotetora, tônico cardiovascular, ação termogênica, antioxidante e na inibição da adipogênese (TORRES et al., 2022; FERREIRA et al., 2022).

Segundo Ozorio et al., (2019), o Brasil é o único produtor e fornecedor internacional de guaraná no mundo, com uma área de cerca de 10.719 ha

destinada para a colheita do guaraná. Durante as últimas décadas a produção de guaraná tem se expandido para além do Estado do Amazonas, hoje a Bahia vem crescendo e tornando-se a primeira maior produtora no Brasil, na produção de quase metade da safra nacional de guaraná com 58% da produção nacional (ATROCH; DO NASCIMENTO FILHO, 2018), seguido pelo Amazonas (32%), Mato Grosso (7%), Rondônia (2,5%) e Pará (0,5%) (IBGE, 2019).

Diante disto, devido aos seus benefícios, potencial econômico e comercial, estudos sobre o guaraná vêm crescendo nos últimos anos. Entretanto, os seus efeitos sobre a VFC antes e após o exercício não estão bem documentados. Diante disso, realizamos uma busca por artigos que investigaram a relação entre a ingestão de guaraná sobre os parâmetros da VFC e parâmetros hemodinâmicos. As buscas foram realizadas em janeiro de 2025, em cinco bases de dados/repositórios eletrônicos: Portal de Periódicos Capes, Scientific Electronic Library Online (SciELO), MEDLINE/PubMed (via National Library of Medicine), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Portal de Periódicos da CAPES (Scopus) e Google Acadêmico. Foram aplicadas estratégias de busca adaptadas a cada base. Tomamos por base os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e do Medical Subject Headings (MeSH), assim como de palavras-chave encontradas na literatura em português e inglês. Para ampliar o alcance, utilizamos os operadores booleanos (AND, OR e NOT) e símbolos de truncamento. Visando identificar documentos adicionais, foi realizada uma busca manual nas referências listadas nos estudos com potencial elegível.

As bases de dados foram pesquisadas usando os seguintes termos de pesquisa: (Guarana OR "Paullinia cupana" AND "Heart Rate Variability" OR "autonomic nervous system" AND "Hemodynamic Parameters" OR "Blood Pressure" OR "Heart Rate" AND Exercise). A busca e seleção dos estudos foram concluídas usando a estratégia PICO: População (P), Intervenção (I), Comparação (C), Resultado (O). Com o objetivo de garantir a qualidade e a relevância dos estudos incorporados à revisão, foram excluídos da análise outros tipos de documentos, tais como editoriais, cartas de resposta, estudos secundários (como revisões sistemáticas), relatos de experiência ou opiniões de especialistas. Após esses critérios, 4 artigos foram incluídos para a revisão.

Destes, dois sobre o efeito do guaraná sobre a VFC e dois sobre o efeito do guaraná sobre os parâmetros hemodinâmicos.

3.2 Efeitos do guaraná sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

Os estudos que investigaram o efeito da suplementação de guaraná em repouso não observaram mudanças significativas no tônus parassimpático (RMSSD). Pomportes et al. (2014) mostraram que a ingestão de um complexo multivitamínico e mineral com guaraná promoveu a estabilidade na modulação parassimpática, enquanto uma diminuição foi observada para as condições placebo e cafeína. Talik et al., (2024) observaram que a suplementação de guaraná não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (guaraná, cafeína e placebo) sobre a VFC, sugerindo que a suplementação de guaraná e cafeína em comparação com o placebo foram insuficientes para impactar a resposta do SNA ao exercício físico. Além disso, no melhor do nosso conhecimento, somente Talik et al. (2024) avaliou os efeitos da suplementação de guaraná sobre a VFC após o exercício, no entanto, os autores não encontraram efeitos significativos entre os tratamentos sobre a modulação vagal (RMSSD). As baixas doses de guaraná utilizadas nos estudos, como podemos observar na tabela 1 e, a não relativização das dosagens de guaraná e cafeína por massa corporal dos participantes sugere que esses tratamentos foram insuficientes para impactar a resposta do SNA.

Tabela 1– Estudos que avaliaram o efeito do guaraná (*Paullinia cupana*) sobre a VFC em repouso e após o exercício.

Autores	Amostra	Ingestão de GUA (antes do exercício)	Dose de GUA	Dose de CAF	Exercício	Tempo de Análise	Parâmetros Cardiovasculares	Principais Resultados
Pomportes et al., 2014	56 indivíduo saudáveis (32 homens e 24 mulheres)	–	300 mg	100 mg	–	3 horas (15 em 15 min após ingestão)	RMSSD (ms) e HF (nu)	Após a ingestão do complexo com guaraná, observou-se estabilidade na modulação parassimpática durante a primeira hora de experimento, enquanto uma diminuição foi observada para as condições de placebo e cafeína.
Talik et al., 2024	20 indivíduos saudáveis (17 homens, 3 mulheres)	135 min	500 mg	130 mg	Cicloergômetro	5 min iniciais de pré-ingestão, pós-ingestão e pós-exercício	RMSSD (ms)	O enxágue bucal com guaraná melhoraram o desempenho temporal; Porém, em relação a percepção subjetiva de esforço o enxágue bucal com carboidrato foi mais eficiente do que com guaraná.

3.3 Efeitos do guaraná sobre os parâmetros hemodinâmicos

Os estudos que investigaram os efeitos da suplementação com guaraná em repouso revelam divergência de resultados. Sale et al. (2006) não encontraram efeitos significativos de um complexo multivitamínico com guaraná sobre a PA e FC. Em contraste, Haller et al. (2005) observaram que o guaraná em adição com efedrina resultou em um aumento persistente da PA e FC. Diferenças na amostra, nas doses de guaraná, no tempo de análise e no desenho do estudo podem explicar a divergência de resultados, como observado na tabela 2. Além disso, em ambos os estudos, os autores realizaram a suplementação de guaraná com adição de um complexo multivitamínico e não de forma isolada, o que pode contribuir com os resultados e mascarar o real efeito do guaraná. Embora o guaraná tenha demonstrado efeitos benéficos no sistema fisiológico, ainda faltam estudos que investiguem a comparação direta entre o guaraná e a cafeína em relação aos parâmetros hemodinâmicos. Em relação ao efeito da suplementação de guaraná após o exercício, no melhor do nosso conhecimento, nenhum estudo comparou o guaraná com a cafeína nos parâmetros hemodinâmicos neste momento. Dos estudos presentes na literatura, somente Sale et al. (2006) e Pomportes et al. (2017) avaliaram os efeitos do guaraná na FC e na PA com protocolo de exercício, entretanto esta avaliação foi realizada durante o exercício. Diante disto, observa-se na literatura uma lacuna quanto aos efeitos do guaraná na recuperação da modulação nos parâmetros hemodinâmicos após o exercício.

Tabela 2 – Estudos que avaliaram o efeito do guaraná (*Paullinia cupana*) sobre os parâmetros hemodinâmicos em repouso e após o exercício.

Autores	Amostra	Ingestão de GUA (antes do exercício)	Dose de GUA	Dose de CAF	Exercício	Tempo de Análise	Parâmetros Cardiovasculares	Principais Resultados
Sale et al., 2006	10 homens sedentários e com sobrepeso	1 hora	500 mg	150 mg	Esteira	1 hora	FC e PA	Uma única dose de guaraná não teve efeito sobre a pressão arterial ou frequência cardíaca durante 6h em repouso, ou durante 60 min de exercícios leves a 60% FC _{máx}
Haller et al., 2005	16 adultos saudáveis (8 mulheres e 8 homens)	2 doses: às 9h e às 14h	250 mg	90 mg	—	17 horas	FC, PAS e PAD	O consumo de 2 doses de suplementos de efedra e guaraná resulta em aumentos persistentes da frequência cardíaca e da pressão arterial

3.4 A Resposta da modulação autonômica cardíaca pré e pós exercício

Um dos marcadores de avaliação amplamente conhecido para a avaliação da modulação autonômica cardíaca é a VFC, um método não invasivo que descreve a oscilação entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R) e funcionamento do SNA (simpático e parassimpático) (VANDERLEI et al., 2009; TARALOV; TERZIYSKI; KOSTIANEV, 2015). Além disso, este método é amplamente utilizado para a avaliação da função do sistema cardiovascular, fornecendo informações sobre o equilíbrio simpato-vagal, durante o repouso e após o exercício (PEÇANHA et al., 2017; PERINI; VEICSTEINAS, 2003; VANDERLEI et al., 2009; GROSICKI et al., 2022).

O exercício promove ao organismo diferentes respostas fisiológicas aos sistemas, dentre esses o sistema autonômico, por meio de impulsos nervosos aferentes e eferentes (HAUSSWIRTH; LE MEUR, 2011). Durante o exercício, para a recuperação da homeostase, alterações no equilíbrio simpato-vagal são promovidas, envolvendo a inibição da modulação parassimpática e estimulação da atividade simpática. Para fornecer oxigênio aos músculos em atividade e manter a perfusão adequada para os órgãos, os centros cerebrais superiores (também conhecido como comando central) mediado pelo sistema simpático, promove ajustes cardiovasculares enviando sinais as vias descendentes para a regulação da pressão arterial pelos barorreflexos arterial, levando a um rápido aumento da Frequência Cardíaca (FC) e do débito cardíaco (MICHAEL; GRAHAM; DAVIS, 2017; WHITE; RAVEN, 2014; JAVORKA et al., 2002).

Ao longo do exercício a FC é regulada tanto pelo sistema simpático quanto pelo parassimpático (WHITE; RAVEN, 2014). Entretanto, há uma predominância na ação das vias neurais simpáticas para a modulação autonômica cardíaca, onde conforme é elevada a intensidade do exercício aumenta-se a retirada progressiva da atividade vagal (ARAI et al., 1989). Em contrapartida, em repouso o SNA exerce influência ao sistema cardiovascular por meio do nervo vago, ou seja, com domínio da ação de vias parassimpáticas (WHITE; RAVEN, 2014). Para retornar a homeostase, durante a recuperação pós-exercício, mecanismos como a perda do comando central e a ativação do barorreflexos contribuem para

a reativação parassimpática, promovendo um aumento gradual durante a recuperação (JAVORKA et al, 2022; ARAI et al., 1989).

3.5 O mecanismo de ação da cafeína sobre o sistema cardiovascular

A cafeína é um composto orgânico da família dos alcaloides da classe metilxantina (1,3,7-trimetixantina), atuando como estimulante do SNC, pode ser encontrada em diversas fontes naturais, como nas sementes do café (*Coffea arabica*), nas folhas do chá-preto (*Camellia sinensis*), no guaraná (*Paullinia cupana*), no chocolate e, em produtos alimentícios, farmacêuticos e cosméticos (SCHIMPL et al., 2013). A cafeína é uma substância com rápida capacidade de absorção pelo trato gastrointestinal, apresentando em 15-45 minutos níveis sistêmicos elevados, com alta concentração dentro de 60 minutos (TAVARES; SAKATA, 2012).

Devido a sua propriedade estimulante, a cafeína é um dos suplementos amplamente utilizados no esporte para a melhora no desempenho físico, desempenho aeróbico e, em exercícios de alta intensidade (GRGIC et al., 2022; SANTOS et al., 2013). Além disso, é comumente encontrada em bebidas para promover a atenção e a concentração, atuando como estimulante cognitivo e psicomotor (SOUTHWARD; RUTHERFURD-MARKWICK; ALI, 2018; LÓPEZ-GONZÁLEZ et al., 2018). O principal mecanismo de ação da cafeína é como antagonista dos receptores de adenosina, substância que inibe a propagação de batimentos cardíacos, promovendo redução na frequência cardíaca e contratilidade atrial. Além de sonolência e relaxamento muscular (SCHWABE; UKENA; LOHSE, 1985). Com o bloqueio dos receptores de adenosina pela ligação da cafeína, a adenosina é impedida de exercer seu efeito calmante na desaceleração do SNC. Diante disto, a ação que cafeína exercerá será de estimulante cognitivo e psicomotor, principalmente no sistema nervoso simpático e sistema cardiovascular.

Outro importante mecanismo de ação da CAF é na inibição das enzimas fosfodiesterases, responsáveis por quebrar a monofosfato cíclico de adenosina (cAMP) e um importante mensageiro secundário celular responsável pela regulação celular e processos como a ativação de enzimas, sinalização e

regulação hormonal e resposta ao estresse ou estímulos externos (NEHLIG; DAVAL; DEBRY, 1992). Com a inibição das fosfodiesterases pela cafeína, a cAMP se acumula no organismo, resultando na ativação de neurotransmissores no SNC, dentre essas as catecolaminas como a adrenalina e noradrenalina (SHARMA et al., 2023; ECHEVERRI et al., 2010; NEHLIG; DAVAL; DEBRY, 1992). Este processo é responsável por modular o sistema cardiovascular, por meio da frequência cardíaca (FC).

Diante disto, a cafeína exerce influência na função cardiovascular por meio da inibição dos receptores de adenosina (A1 e A2), promovendo também ativação do SNA simpático através do aumento da liberação de catecolaminas no plasma sanguíneo, resultando em taquicardia (SCHWABE; UKENA; LOHSE, 1985; ECHEVERRI et al., 2010).

3.6 O efeito da cafeína sobre os parâmetros cardiovasculares

A VFC é um método considerado confiável e amplamente utilizado para a avaliação e avaliação de riscos de eventos cardiovasculares (TARALOV; TERZIYSKI; KOSTIANEV, 2015). Dentre os fatores que podem influenciar a resposta da função do sistema cardiovascular está o consumo de cafeína. Diante disso, estudos têm explorado os efeitos da cafeína na VFC e nos parâmetros hemodinâmicos em repouso e após o exercício (KOENIG et al., 2013; BENJAMIM et al., 2020; PORTO et al., 2022; ABBAS-HASHEMI et al., 2023). Entretanto, os resultados destes estudos apresentam informações divergentes mesmo com dosagens semelhantes, que podem ser explicadas pelos diferentes procedimentos, dosagens de cafeína e metodologias de avaliação utilizados.

3.6.1 Cafeína e Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

Semelhante aos parâmetros hemodinâmicos, observa-se na literatura diferentes resultados quanto ao efeito da suplementação de cafeína na VFC em repouso e após a suplementação de cafeína. Em repouso, Da Silva Rolim et al. (2019), Gonzaga et al. (2017), Kliszczewicz et al. (2018) e Gonzaga et al. (2019) não relataram efeitos significativos na ingestão de cafeína na modulação autonômica cardíaca. Além disso, Nelson et al. (2014) e Kliszczewicz et al. (2018) observaram uma retirada vagal 60 minutos após o consumo de cafeína e um aumento da atividade simpática, respectivamente.

Estudos sobre os efeitos da cafeína na recuperação da VFC após o exercício não estão bem esclarecidos. Da Silva Rolim et al. (2019) relatou que 3 mg/kg de cafeína promoveu aumento na reativação parassimpática após exercício. Em contrapartida, Blake et al. (2020), Karayigit et al. (2020), Lopes-Silva et al. (2015) e Sarshin et al. (2020) não encontraram efeitos significativos nos índices de VFC após o exercício. No entanto, parece existir na literatura um predomínio quanto aos efeitos da cafeína no atraso da reativação parassimpática durante o início da recuperação pós exercício aeróbico moderado em homens fisicamente ativos e saudáveis. Bunsawat et al. (2015) e Benjamim et al. (2021) relataram um atraso na recuperação dos parâmetros da VFC após o exercício em homens saudáveis. Além disso, Gonzaga et al. (2019) notaram que a cafeína atrasou a recuperação parassimpática em indivíduos com baixa aptidão cardiorrespiratória. ($VO_{2pico} < 42,46$ mL/kg/min). Das intervenções realizadas se destacaram exercícios resistidos (Musculação e Luta Marcial) e exercícios aeróbicos (Esteira e Ciclo Ergométrico). Entretanto, não foram encontrados estudos com exercícios de intervenção anaeróbica.

Diante disto, alguns fatores podem contribuir para a diferença de resultados quanto ao efeito da suplementação de cafeína na VFC e nos parâmetros hemodinâmicos em repouso e após o exercício. Dentre esses fatores estão, as variações no procedimento metodológico, na amostra e nos métodos de avaliação. Além disso, acredita-se que os efeitos da cafeína sobre os parâmetros cardiovasculares podem ser influenciada pela dosagem de cafeína, pelo tipo de exercício e a aptidão cardiorrespiratória (BENJAMIM et al., 2020).

3.6.2 Cafeína e Parâmetros Hemodinâmicos

Em repouso, são poucos os estudos que avaliaram a suplementação de cafeína na modulação autonômica cardíaca em conjunto com os parâmetros hemodinâmicos. Dos estudos que avaliaram o efeito da cafeína na VFC, PA e FC em comparação com o placebo, observaram diferentes resultados. Nishijima et al. (2002) relataram que a suplementação de 300 mg de cafeína promoveu um aumento na modulação autonômica cardíaca e nenhum efeito significativo entre a PA e a FC. Em contrapartida, Sondermeijer et al. (2002) relataram um

aumento da PA e diminuição das medidas de VFC na suplementação aguda de 100 e 200 mg de cafeína.

Observa-se na literatura diferentes resultados quanto à modulação da FC após a suplementação cafeína. Enquanto Glaister et al. (2016) relatou uma diminuição na FC após a ingestão de 5 mg/kg de cafeína. Por outro lado, Nelson et al. (2014) relatou um aumento na FC na suplementação de 2 mg/kg de cafeína. Além disso, Gonzaga et al. (2019) não observaram efeitos significativos na ingestão de 300 mg de cafeína sobre a FC entre os protocolos de suplementação de cafeína e placebo.

Estudos que avaliaram o efeito da cafeína na VFC durante o período de recuperação após o exercício, Bunsawat et al. (2015) e Lopes-Silva et al. (2015) observaram um atraso na FC no grupo suplementado com cafeína quando comparado com o grupo controle e placebo. Em contrapartida, Gonzaga et al. (2017), Glaister et al. (2016) e Kliszczewicz et al. (2018) não relataram diferenças significativas entre a cafeína e placebo sobre a FC durante a recuperação pós-exercício.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Seleção dos participantes

Fizeram parte do estudo 25 homens saudáveis (21 ± 2.5 anos; 72 ± 8.9 e 173 ± 6.1 cm) e ativos fisicamente. A determinação do número de participantes foi realizada por meio do cálculo amostral (G*Power 3.1), utilizando uma ANOVA de medidas repetidas. Sendo, $f = 0,17$; poder $(1-\beta) = 0,8$; correlação entre medida repetidas = 0,87 e número de grupos = 3. Foram excluídos os participantes que não completaram o protocolo, tabagistas, portadores de doenças cardiovasculares e musculoesqueléticas ou que estivessem fazendo uso de algum medicamento, ou qualquer suplemento ergogênico.

4.2 Procedimentos

Este estudo caracteriza-se como sendo randomizado, cruzado, duplo-cego e placebo controlado. O design metodológico encontra-se representado na figura 1. Todos os participantes realizaram os três tratamentos (cafeína, guaraná

ou placebo) e ingeriram uma única dose de guaraná ou cafeína ou placebo 60 minutos antes da realização do exercício. A ordem de administração da suplementação foi determinada de maneira randomizada, sendo respeitados 7 dias entre cada um dos tratamentos. Para garantir a distribuição dos participantes entre os três grupos, foi utilizado um processo de randomização em blocos. A randomização foi gerada no *software on-line Sealed Envelope™* (Sealed Envelope Ltd., Londres, Reino Unido) por um pesquisador independente que não participou do processo de coleta de dados. Nem os participantes da pesquisa, nem os pesquisadores que conduziram as avaliações tinham conhecimento da ordem dos tratamentos. Todos os procedimentos metodológicos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CAAE:77551524.7.0000.5020).

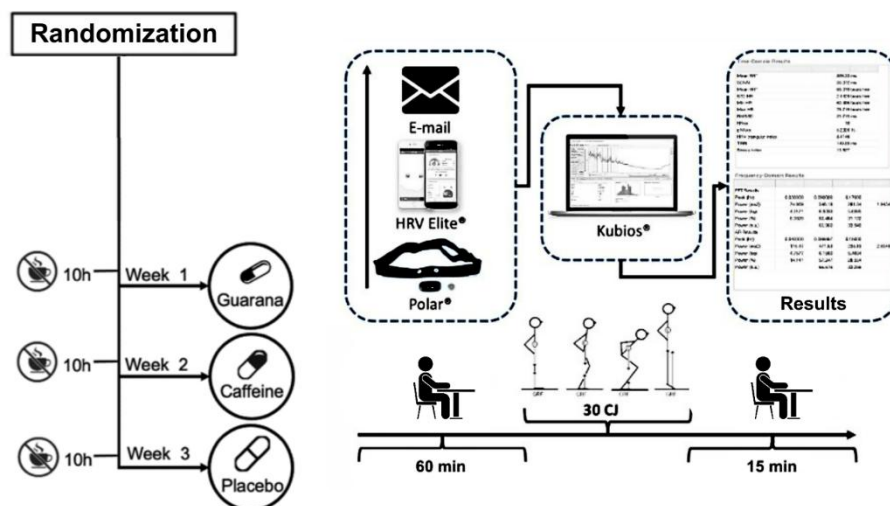


Figura 1: Desenho do estudo.

4.3 Preparo e suplementação com guaraná/cafeína/placebo

Todos os participantes foram instruídos a não consumirem alimentos cafeinados 10h antes da realização do exercício e foi fornecida a lista abaixo (tabela 3) com os alimentos que deveriam ser evitados.

Tabela 3– Alimentos que contêm cafeína e deveriam ser evitados 10h antes da realização do protocolo de testes.

Categoria	Alimentos
Café	Café Arábica em Pó, Café Blend, Cápsula de Café, Espresso, Café instantâneo (solúvel), Café em pó, Café descafeinado diluído, Café em cápsula descafeinado, Nespresso, Café frappuccino, Café Starbucks, Cappuccino, Café Moído Arábica com leite (80% café: 20% leite), Café Moído Arábica com leite (50% café: 50% leite), Café Moído Arábica com Leite – Pingado (20% café: 80% leite)
Chás e infusões	Chá Verde, Chá Preto (Café da manhã inglês; Earl Grey), Chá Mate, Erva Mate (Chimarrão, Tereré), Chá Rooibos (vermelho), Chá gelado
Cacau	Cacau em pó
Chocolate	Chocolate ao leite, Chocolate meio amargo, Chocolate escuro, Bebidas à base de cacau
Sobremesas	Pudim de Café, Bolo de café, Brigadeiro de Café, Mousse de Café, Tiramisu, Pudim de chocolate, Mousse de chocolate, Brownie, Bolo de chocolate, Brigadeiro com Chocolate em Pó, Brigadeiro com Cacau, Brigadeiro com Refrigerante ao Leite com Chocolate, Refrigerante Guaraná, Refrigerante de cola
Bebida energética	Bebida Energética
Guaraná	Guaraná em pó
Suplementos Dietéticos	Cafeína (anidra), Barra Energética com Cafeína, Gel Energético com Cafeína, Suplemento Proteico com Cafeína em pó, Suplemento Pré-treino, Suplemento Termogênico em pó, Suplemento Termogênico em pó (concentrado), Suplemento Termogênico

Fonte: ROCHA et al., 2022

Para o estudo, os participantes ingeriram entre 11 e 16 cápsulas moles de 500 mg com água, 60 minutos antes do exercício. A dosagem de cafeína, tanto das cápsulas de cafeína (cafeína anidra) quanto das de guaraná, foi de 25 mg

por cápsula. A dosagem de cafeína utilizada (cafeína e guaraná) foi de 5 mg/kg de massa corporal, nunca excedendo 400 mg. Essa dosagem total variou de 275 mg a 400 mg por participante, seguindo as recomendações da Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva (GUEST et al., 2021). As cápsulas de placebo continham celulose microcristalina e foram fornecidas na mesma quantidade disponibilizada às condições de cafeína e guaraná. A composição centesimal do pó do guaraná utilizado está descrita na tabela 1. Nenhum participante conseguiu identificar corretamente a substância ingerida (guaraná ou cafeína ou placebo) após o protocolo de exercício.

Tabela 4– Composição centesimal do pó de guaraná.

Parâmetro	Resultado	Unidade	Limite de Quantificação
Cafeína	5,1	%	-
Sódio	1,867	mg/100g	0,125
Resíduo Mineral Fixo	1,56	g/100g	0,10
Fibra Solúvel	1,75	g/100g	0,20
Valor Energético	264,8	Kcal/100g	-
Proteína	13,26	g/100g	0,20
Lipídios	1,29	g/100g	0,10
Fibra Alimentar	26,62	g/100g	0,20
Umidade e Voláteis	8,11	g/100g	0,10
Carboidratos	49,16	g/100g	-
Açúcares Totais	0,43	g/100g	0,20
Gorduras Saturadas	0,17	g/100g	0,10
Gorduras Trans	< 0,10	g/100g	0,10

4.4 Protocolo de exercício

O protocolo de exercício realizado para verificar a retirada vagal foi o 30 *Continuous Jump* (30CJ). Cada participante realizou o 30CJ em 3 momentos (guaraná, cafeína e placebo), respeitando um período de 7 dias entre cada avaliação em 3 semanas seguidas, sempre no mesmo horário do dia (Figura 1). Antes da realização do 30CJ todos os participantes realizaram: a) cinco exercícios de alongamento estático (10s) com ênfase nos membros inferiores; b) um minuto de salto submáximos em cama elástica e c) dez saltos submáximos no solo. O 30CJ consistiu em saltos verticais contínuos máximos realizados durante 30s. Os saltos foram realizados com o tronco mantido o mais vertical possível e as mãos apoiadas nos quadris, seguido de uma flexão do joelho em $\sim 90^\circ$ na transição entre as fases excêntrico-concêntrica. Feedback verbal foi fornecido ao sujeito durante o teste para incentivá-lo a manter o ângulo do joelho em aproximadamente 90° e desempenho máximo até o final do teste (DAL PUPO et al., 2014). Todos os testes foram realizados sobre uma plataforma de saltos (Elite Jump System®, São Paulo-Brasil).

4.5 Monitoramento da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

O monitoramento da VFC foi realizado com os participantes sentados em uma sala silenciosa sem estímulos externos durante 60 minutos. O registro da VFC foi obtido por meio da fixação de um monitor de tórax (Polar H7 Bluetooth Smart) conectado via *bluetooth* ao HRV Elite APP. Após o protocolo de exercício (30CJ), os participantes foram posicionados novamente sentados durante 15 minutos para o monitoramento da recuperação da VFC, como ilustrado na figura 1.

Para a análise da VFC em repouso foram analisados apenas os 40 minutos finais. Já para pós exercício a VFC foi analisada nos 5 minutos iniciais de recuperação (0-5) até os 15 minutos da recuperação tardia (5-15). Em ambos os períodos (20-60 min, 0-5 min pós e 5-15 min pós exercício) foram analisados os valores médios das séries temporais do intervalo RR por meio do software Kubios Standart versão 4.1.1 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Joensuu, Finlândia). Inicialmente os artefatos foram filtrados utilizando o filtro moderado do programa, no qual os artefatos e batimentos ectópicos foram

detectados automaticamente (ou seja, qualquer RRI 0,25 segundos maior ou menor que a média do sinal) e substituídos por valores interpolados usando uma função spline cúbica (TARVAINEN et al., 2014). O percentual de erro observado foi inferior a 5% em todos os registros (ARAÚJO et al., 2020). Nas medidas pós exercício a frequência respiratória não foi controlada para não perturbar o retorno natural da FC aos níveis de repouso (FANG et al., 2008).

Para a avaliação da modulação autonômica cardíaca, foram utilizados os índices medidos por meio de métodos lineares, no domínio do tempo, considerando as seguintes variáveis: a) SDNN – desvio padrão de todos os intervalos NN e b) RMSSD - raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms).

4.6 Monitoramento dos Parâmetros Hemodinâmicos

O monitoramento dos parâmetros hemodinâmicos (PAS, PAD, PAM e FC) foram aferidos de 5 em 5 minutos após os 20 minutos iniciais (repouso) da suplementação (Cafeína ou Guaraná ou Placebo) e nos 15 minutos pós exercício com os participantes sentados em uma sala silenciosa sem estímulos externos. A PAS e PAD foram medidos indiretamente por meio do aparelho de pressão digital automático de braço G-Tech BSP11 (Accumed-Glicomed, Brasil). Já a FC foi obtida por meio do software Kubios Standart versão 4.1.1 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Joensuu, Finlândia). Durante a medição, o paciente permaneceu sentado, com os pés apoiados no chão, dorso recostado na cadeira e palma da mão virada para cima. Para fins de análise, foram considerados os valores médios obtidos entre 20 e 60 min (repouso), 5 min pós exercício (Pós - 5 min) e 15 min pós exercício (Pós - 15 min).

4.7 Análise Estatística

Os dados são apresentados por meio de estatística descritiva (média e desvio padrão). A análise de esfericidade foi realizada pelo teste de Mauchly e a normalidade pelo teste de Shapiro Wilk. Uma análise de variância de dois fatores com medidas repetidas (ANOVA two-way) foi utilizada para verificar diferenças entre tratamentos (guaraná, cafeína e placebo) no momento pré e pós exercício

(tratamento × tempo). Se uma diferença significativa fosse observada, comparações pareadas foram analisadas com testes post hoc de Bonferroni. O nível de significância adotado para todas as análises foi definido em 5%. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o pacote estatístico SPSS 20.0 (IBM, Chicago, EUA) para Windows.

5. RESULTADOS

5.1 Variabilidade da frequência cardíaca

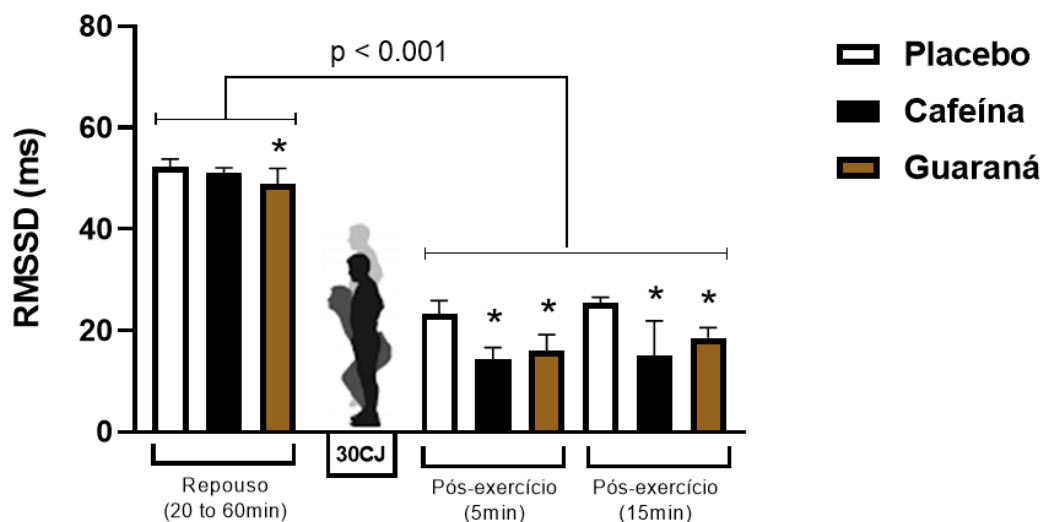
Na Figura 2 estão representados os valores de RMSSD e SDNN para os diferentes tratamentos em repouso e após o exercício.

Observamos que para o RMSSD houve efeito do tempo ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.978$), do tratamento ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.559$) e da interação tempo x tratamento ($p = 0.002$, $\eta^2 = 0.332$). Resultados semelhantes foram encontrados para o SDNN, com efeitos do tempo ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.976$) e tratamento ($p < 0.001$; $\eta^2 = 0.480$), mas sem interação tempo x tratamento ($p = 0.207$, $\eta^2 = 0.128$).

No repouso, as análises indicaram uma redução significativa do RMSSD no grupo GUA ($p < 0.033$) em relação ao grupo PLA. Além disso, tanto nos 5 minutos quanto nos 15 minutos pós exercício, foi observada uma redução significativa do RMSSD nos grupos GUA e CAF (ambos, $p < 0.001$) em relação ao PLA (Figura 2a).

As análises indicaram tanto na suplementação de GUA quanto CAF (ambos, $p < 0.001$), uma redução no SDNN quando comparado com o grupo PLA, independente do tempo (Figura 2b).

- a) $p(\text{tempo}) = 0.001$
 $p(\text{tratamento}) = 0.001$
 $p(\text{tempo vs. tratamento}) = 0.002$



- b) $p(\text{tempo}) = 0.001$
 $p(\text{tratamento}) = 0.001$
 $p(\text{tempo vs. tratamento}) = 0.207$

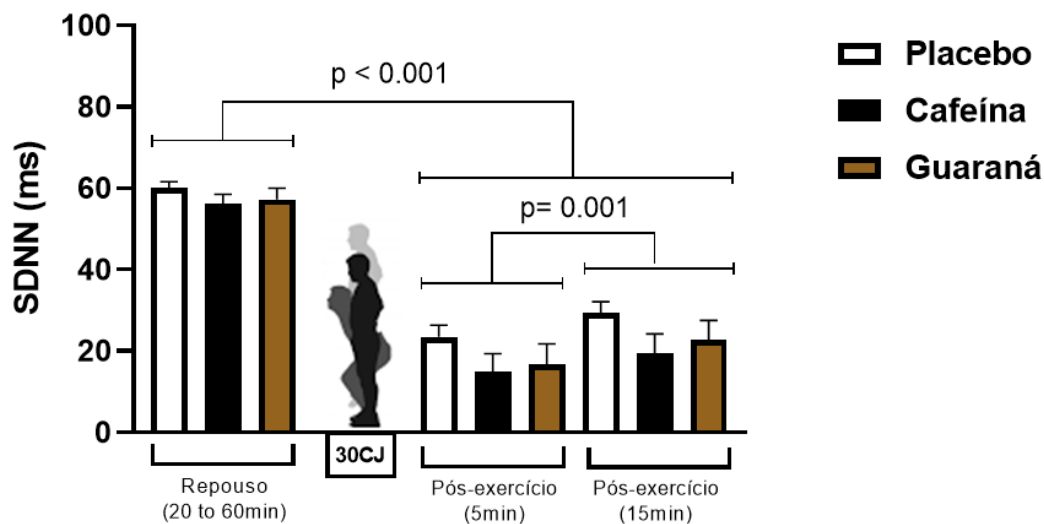


Figura 2: Valores de média e desvio padrão para os tratamentos de Placebo (PLA), Cafeína (CAF) e Guaraná (GUA) referente aos valores de RMSSD (a) e SDNN (b). * indica diferenças significativas em relação ao Placebo.

5.2 Parâmetros Hemodinâmicos

Na Figura 3 estão representados os valores hemodinâmicos (PAS, PAD, PAM e FC) para os diferentes tratamentos no repouso e após o exercício.

Observamos para PAS efeito do tempo ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.943$), do tratamento ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.480$), mas sem interação tempo x tratamento ($p = 0.118$, $\eta^2 = 0.212$). Para a PAD, foram encontrados efeitos apenas no tempo ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.680$), sem efeito do tratamento ($p = 0.082$, $\eta^2 = 0.154$) e da interação tempo x tratamento ($p = 0.638$, $\eta^2 = 0.079$). Enquanto isso, para PAM observamos efeito do tempo ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.889$), do tratamento ($p = 0.001$, $\eta^2 = 0.369$), mas sem interação tempo x tratamento ($p = 0.812$; $\eta^2 = 0.050$). Por fim, para a FC, foram encontrados efeitos apenas no tempo ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.889$), sem efeito do tratamento ($p = 0.614$, $\eta^2 = 0.032$) e da interação tempo x tratamento ($p = 0.705$; $\eta^2 = 0.068$).

As análises indicaram tanto na suplementação de GUA quanto CAF (ambos, $p < 0.001$) um aumento na PAS em comparação ao grupo PLA (Figura 3a), independente do tempo. Enquanto para PAM, um aumento foi observado apenas no grupo CAF ($p < 0.05$) em relação com o grupo PLA, independente do tempo (Figura 3c).

Na relação a PAD, as análises indicaram um aumento significativo na PAD do pré-exercício para o pós-exercício (5 min e 15 min), independente do tratamento recebido (Figura 3b). Enquanto para FC, um aumento foi observado ao longo do tempo, independente do tratamento (Figura 3d).

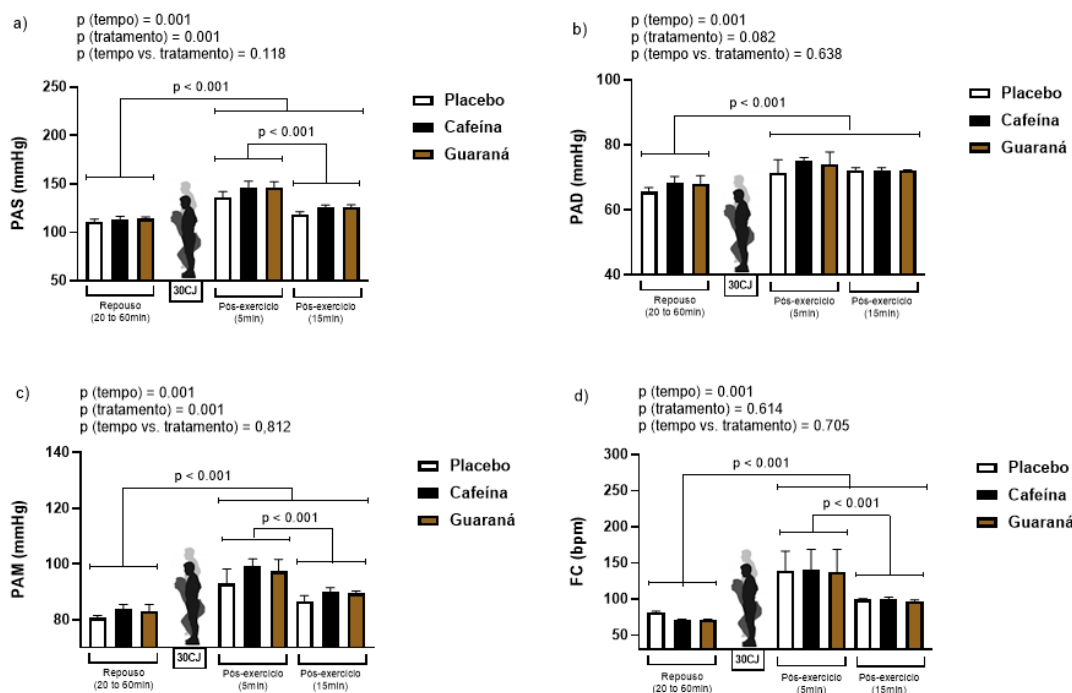


Figura 3: Valores de média e desvio padrão para os tratamentos de Placebo (PLA), Cafeína (CAF) e Guaraná (GUA) referente aos valores de hemodinâmicos: PAS (a), PAD (b), PAM (c) e FC (d).

6. DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi avaliar os efeitos da suplementação com guaraná sobre a VFC e parâmetros hemodinâmicos em repouso e após um protocolo de exercícios (30CJ). Nossa hipótese era que, quando equiparada às dosagens de cafeína, a suplementação com guaraná iria promover uma maior diminuição da atividade parassimpática e consequente aumento nos parâmetros hemodinâmicos (PAS, PAD, PAM e FC) tanto em repouso quanto pós exercício. Nossos resultados confirmaram parcialmente essa hipótese, uma vez que observamos que em repouso somente a suplementação com guaraná promoveu a redução do tônus parassimpático (RMSSD). Já no pós exercício, tanto a suplementação com cafeína quanto com guaraná foram capazes de promover um atraso na reativação parassimpática RMSSD por até 15 minutos. Em relação aos parâmetros hemodinâmicos foi observado que a suplementação de cafeína e guaraná resultou em um aumento na PAS independente do tempo, enquanto que a ingestão de cafeína isolada promoveu a elevação da PAM, independente

do tempo. Além disso, uma elevação da PAD e FC foi observada ao longo do tempo, independente do tratamento.

6.1 Efeitos em Repouso

Conforme mencionado anteriormente, nossos resultados indicaram que somente a suplementação com guaraná foi capaz de reduzir significativamente o tônus parassimpático (RMSSD) antes da realização do exercício. Apesar do crescimento do interesse dos efeitos do guaraná sobre os diferentes sistemas fisiológicos, os efeitos da sua ingestão sobre a VFC carecem de uma maior fundamentação. No melhor do nosso conhecimento, somente Pomportes et al. (2014) e Talik et al. (2024) avaliaram os efeitos da suplementação de guaraná sobre respostas da VFC em repouso. Em ambos os estudos, os autores não observaram mudanças no RMSSD. Em comum entre esses estudos estão as baixas doses de guaraná. Enquanto Pomportes et al. (2014) utilizou um complexo multivitamínico contendo 300 mg de guaraná (100 mg de cafeína), Talik et al. (2024) utilizaram 500 mg de guaraná (130 mg de cafeína). Em nosso estudo, o consumo médio de guaraná foi de 5225 mg (337,2 mg de cafeína). Acreditamos que a maior ingestão de guaraná em nosso estudo, possa ter elevado a presença de outros compostos bioativos presentes no guaraná como taninos, saponinas, catequinas, teobromina e teofilina (SCHIMPL et al., 2013). Em relação a presença de teobromina e a teofilina, Kennedy et al. (2021) afirmam que tais substâncias teriam uma atuação no SNC similar da cafeína, potencializando os seus efeitos. Por outro, apesar da tendência de redução no tônus parassimpático (RMSSD) não observamos mudanças significativas quando suplementadas apenas com cafeína. Parece não existir um consenso na literatura sobre os efeitos da ingestão de cafeína sobre a VFC em repouso. Alguns estudos observaram aumentos (SARSHIN et al., 2020; GLAISTER; LYTHGOE; KAMATH, 2025), redução (SONDERMEIJER et al., 2022) ou mesmo nenhuma alteração (DA SILVA ROLIM et al., 2019; GONZAGA et al., 2019) na modulação autonômica cardíaca. Estabelecer uma causa dessas divergências não tem sido uma tarefa fácil, pois fatores como o sexo, estado nutricional, aptidão física, idade, genética, consumo habitual de cafeína e dosagem de cafeína parecem afetar as análises de VFC (BENJAMIM et al., 2020). Acreditamos que os resultados observados na modulação parassimpáticas

cardíacas neste estudo pode ser limitado ao nosso desenho de estudo e às características dos participantes.

Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, nossos resultados indicam que tanto a suplementação com guaraná quanto com cafeína promoveu a elevação da PAS, enquanto a ingestão de cafeína isolada promoveu a elevação da PAM, independente do tempo (pré-exercício ou pós-exercício). No melhor do nosso conhecimento, somente Sale et al. (2006) e Haller et al. (2005) avaliaram o efeito da suplementação de guaraná sobre parâmetros hemodinâmicos em repouso. No estudo de Sale et al. (2006) não foram encontrados efeitos significativos de um complexo multivitamínico (laranja + chá verde + 500 mg de guaraná - 150 mg de cafeína) sobre a PAS, PAD e FC. Enquanto, Haller et al. (2005) observaram que a utilização de 2 doses de 250 mg de guaraná (90 mg de cafeína) em adição com efedrina, com intervalo de 5h entre as doses, resultou em um aumento da PAS (~11,5 mmHg), PAD (~7,3 mmHg) e FC (~9,4 bpm). Acreditamos que a suplementação de guaraná em adição a um complexo multivitamínico ou com efedrina e não de forma isolada, pode ter mascarado os reais efeitos do guaraná sobre os parâmetros hemodinâmicos. Considerando que em nosso estudo as dosagens de cafeína foram equivalentes, e que tanto no grupo suplementado com cafeína, quanto com guaraná promoveram uma elevação da PAS, acreditamos que as alterações apresentadas na suplementação de guaraná sobre a PAS, podem estar relacionados a ação da cafeína presente em sua composição.

6.2 Efeitos Pós-Exercício

Nossos resultados indicam que tanto a ingestão de cafeína quanto de guaraná foi capazes de promover um atraso na reativação parassimpática (RMSSD e SDNN) pós exercício. No melhor do nosso conhecimento, somente Talik et al., (2024) avaliaram os efeitos da suplementação de guaraná sobre respostas da VFC após o exercício. No entanto, os autores não encontraram efeitos significativos entre os tratamentos (GUA, CAF e PLA) sobre a modulação vagal (RMSSD). Acreditamos que essas diferenças de resultados podem ser explicadas pelas doses de cafeína utilizadas. Enquanto Talik et al., (2024) utilizou uma dosagem média de 1,45 e 1,89 mg/kg de cafeína com base na

massa corporal dos participantes para os tratamentos CAF e GUA, respectivamente. Em nosso estudo a dose de cafeína utilizada (cafeína e guaraná) foi de 5mg/kg, com dosagem total oscilando entre 275mg-400mg de cafeína por participante. Acreditamos que as baixas doses de cafeína no estudo de Talik et al., (2024) foram insuficientes para impactar a resposta do sistema nervoso autônomo nos pós exercício. Estudos mostram que 300-400 mg de cafeína podem atrasar a recuperação parassimpática pós-exercício (GONZAGA et al., 2019; BENJAMIM et al., 2021; BUNSAWAT et al., 2015), enquanto outros achados não encontraram efeitos significativos com doses de 100 mg de cafeína sobre a VFC (SARGENT et al., 2020; KARAYIGIT et al., 2020; KLISZCZEWICZ et al., 2018). Considerando que em nosso estudo as dosagens de cafeína foram equivalentes, e que tanto no grupo suplementado com cafeína quanto com guaraná promoveram um atraso na reativação parassimpática após o exercício, acreditamos que as alterações apresentadas na suplementação de guaraná sobre a modulação parassimpática, podem estar relacionados a ação da cafeína presente em sua composição. Entretanto, mais estudos sobre o efeito da cafeína do guaraná sobre a recuperação da VFC precisam ser realizados, levando em consideração o tempo de análise, dose e tipo de exercício.

Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, como mencionado anteriormente, nosso estudo observou que tanto a suplementação de guaraná quanto a de cafeína promovem uma elevação na PAS, enquanto a ingestão isolada de cafeína elevou a PAM, independentemente do tempo (pré-exercício ou pós-exercício). Entre os estudos na literatura, apenas Sale et al. (2006) e Pomportes et al. (2017) investigaram os efeitos do guaraná na PA e FC, entretanto, a avaliação foi realizada durante e não pós-exercício como proposto em nosso estudo. O que temos na literatura é o efeito da cafeína sobre os parâmetros hemodinâmicos. Segundo Gonzaga et al. (20017), a suplementação de 300 mg de cafeína foi capaz de promover um retorno mais tardio da PAS e PAD às condições basais após o exercício de esteira com 60% da FC de pico (bpm). No entanto, a cafeína não influenciou a FC. No estudo de Bunsawat et al. (2015), a FC a PAS e PAS permaneceram elevada com 400 mg cafeína durante a recuperação do exercício na esteira para avaliar o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) (PLA= $45,2 \pm 2,3$, CAF= $46,5 \pm 2,4$,) seguido por 2 minutos

de recuperação ativa a uma velocidade de 3,5 km·h⁻¹ e inclinação de 0%. Diante disto, a ingestão de cafeína parece promover um retorno mais tardio da PAS, PAD e FC às condições basais, mantendo valores mais elevados. Entretanto, observa-se uma lacuna na literatura em relação aos efeitos da cafeína do guaraná no retorno dos parâmetros hemodinâmicos aos níveis basais. Esperamos que os resultados obtidos em nosso estudo possam servir de base para pesquisas futuras.

7. PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES

Nosso estudo possui pontos fortes e limitações. Dentre as limitações, podemos destacar a ausência de um controle nutricional rígido dos participantes e as doses diárias consumidas por eles, apesar de termos controlado a ingestão de outros produtos cafeinados. Não avaliamos as concentrações plasmáticas de catecolaminas e o nível de aptidão física dos participantes. Entretanto, utilizamos a VFC, método simples e não invasivo, considerado um dos marcadores quantitativos mais promissores para a avaliação do equilíbrio autonômico da FC (VANDERLEI et al., 2009; TARALOV; TERZIYSKI; KOSTIANEV, 2015). Por fim, avaliamos a reativação parassimpática cardíaca durante 15 minutos de recuperação, o que limita nossas conclusões a essa janela temporal.

Dentre os pontos fortes do nosso estudo destaca-se o design metodológico utilizado, com a randomização, cegamento e utilização de placebo controlado, além da utilização de um protocolo de exercício de fácil aplicação (30CJ) e a equalização das dosagens de cafeína nos grupos suplementados com cafeína isolada e guaraná. A análise da resposta autonômica da suplementação de cafeína e guaraná em repouso e pós-exercício adotada neste estudo acrescenta e abre informações robustas ao debate científico atual sobre o efeito autonômico da ingestão de guaraná como recurso ergogênico para o desempenho esportivo e para o possível consumo entre indivíduos com risco cardiovascular. Como sugestão para estudos futuros, sugerimos a utilização de diferentes dosagens de guaraná e a inclusão de diferentes populações de estudo na amostra. Este estudo foi conduzido em indivíduos jovens e saudáveis, portanto, os resultados não podem ser aplicados a mulheres ou pacientes com doença e risco cardiovascular.

8. CONCLUSÃO

Nossos resultados permitem concluir que a utilização da suplementação com guaraná (5mg/kg de cafeína) demonstrou reduzir o tônus parassimpático (RMSSD) em repouso e elevar a PAD. Adicionalmente, promoveu um atraso na recuperação parassimpática pós exercício e elevou a PAS. Acreditamos que esses efeitos podem ser atribuídos à ação da cafeína presente em sua composição e à presença de outros compostos bioativos no guaraná.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBAS-HASHEMI, Seyed Ali et al. The effects of caffeine supplementation on blood pressure in adults: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*, v. 58, p. 165-177, 2023.
2. ANGELUCCI, Eidiomar et al. Caracterizacao quimica da semente de guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* Ducke)[Brasil]. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 1978.
3. ARAI, Yutaka et al. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 256, n. 1, p. H132-H141, 1989.
4. ARAÚJO, Jaqueline Alves et al. Reproducibility of heart rate variability indices at post-maximal exercise. *International journal of sports medicine*, v. 41, n. 08, p. 512-519, 2020.
5. ATROCH, André Luiz; DO NASCIMENTO FILHO, Firmino J. Guarana—*Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. In: *Exotic Fruits*. Academic Press, 2018. p. 225-236.
6. BENJAMIM, Cicero Jonas R. et al. Is caffeine recommended before exercise? A systematic review to investigate its impact on cardiac autonomic control via heart rate and its variability. *Journal of the American College of Nutrition*, v. 39, n. 6, p. 563-573, 2020.

7. BENJAMIM, Cicero Jonas R. et al. Caffeine slows heart rate autonomic recovery following strength exercise in healthy subjects. *Revista portuguesa de cardiologia*, v. 40, n. 6, p. 399-406, 2021.
8. BLAKE, Michael S. et al. Neither a multi-ingredient pre-workout supplement nor caffeine were effective at improving markers of blood flow or upper-body resistance exercise performance. *International Journal of Exercise Science*, v. 13, n. 2, p. 167, 2020.
9. BOOZER, C. N. et al. An herbal supplement containing Ma Huang-Guarana for weight loss: a randomized, double-blind trial. *International Journal of Obesity*, v. 25, n. 3, p. 316-324, 2001.
10. BORTOLIN, Rafael Calixto et al. Guarana supplementation attenuated obesity, insulin resistance, and adipokines dysregulation induced by a standardized human Western diet via brown adipose tissue activation. *Phytotherapy Research*, v. 33, n. 5, p. 1394-1403, 2019.
11. BUNSAWAT, Kanokwan et al. Caffeine delays autonomic recovery following acute exercise. *European journal of preventive cardiology*, v. 22, n. 11, p. 1473-1479, 2015.
12. BUSCEMI, Silvio et al. Acute effects of coffee on endothelial function in healthy subjects. *European journal of clinical nutrition*, v. 64, n. 5, p. 483-489, 2010.
13. CORTI, Roberto et al. Coffee acutely increases sympathetic nerve activity and blood pressure independently of caffeine content: role of habitual versus nonhabitual drinking. *Circulation*, v. 106, n. 23, p. 2935-2940, 2002.
14. DAL PUPO, Juliano, et al. Reliability and validity of the 30-s continuous jump test for anaerobic fitness evaluation. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 17, n. 6, p. 650-655, 2014.

15. DA SILVA ROLIM, Paloma et al. Caffeine increases parasympathetic reactivation without altering resting and exercise cardiac parasympathetic modulation: A balanced placebo design. *European Journal of Sport Science*, v. 19, n. 4, p. 490-498, 2019.
16. DEL GIGLIO, Adriana Braz et al. Extrato seco purificado de Paullinia cupana (guaraná) (PC-18) para fadiga relacionada à quimioterapia em pacientes com tumores sólidos: um estudo de descontinuação precoce. *Journal of dietary supplements*, v. 10, n. 4, p. 325-334, 2013.
17. DE OLIVEIRA CAMPOS, M. P. et al. Guarana (Paullinia cupana) Improves Fatigue in Breast Cancer Patients Undergoing Systemic Chemotherapy. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 17, n. 6, p. 505–512, jun. 2011.
18. ECHEVERRI, Darío et al. Caffeine' s Vascular Mechanisms of Action. *International journal of vascular medicine*, v. 2010, n. 1, p. 834060, 2010.
19. ESTRÁZULAS, Jaisson Agne et al. Efeitos da ingestão aguda de guaraná (Paullinia Cupana) no desempenho de jogadores de futebol: um estudo randomizado, cruzado e controlado por placebo. *Journal of the American Nutrition Association*, v. 43, n. 8, p. 671-677, 2024.
20. FANG, Yong et al. Effect of different breathing patterns on nonlinearity of heart rate variability. In: 2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE, 2008. p. 3220-3223.
21. FERREIRA, Fernando Augusto Morgado et al. Guaraná (Paullinia cupana Kunth), marapuama (Ptychopetalum olacoides Benth.), genciana (Gentiana lutea L.), quassia (Quassia amara L.) e suas propriedades: uma breve revisão. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, p. e21711224592-e21711224592, 2022.

22. GOLDBERGER, Jeffrey J. et al. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 290, n. 6, p. H2446-H2452, 2006.
23. GONZAGA, Luana A. et al. Involvement of cardiorespiratory capacity on the acute effects of caffeine on autonomic recovery. *Medicina*, v. 55, n. 5, p. 196, 2019.
24. GONZAGA, Luana Almeida et al. Caffeine affects autonomic control of heart rate and blood pressure recovery after aerobic exercise in young adults: a crossover study. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 14091, 2017.
25. GLAISTER, Mark; LYTHGOE, Dhama; KAMATH, Sahana. The Effects of Caffeine on Heart Rate and Heart Rate Variability at Rest and During Submaximal Cycling Exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 96, n. 1, p. 155-163, 2025.
26. GLAISTER, Mark et al. The effects of caffeine supplementation on physiological responses to submaximal exercise in endurance-trained men. *PLoS One*, v. 11, n. 8, p. e0161375, 2016.
27. GROSICKI, G.J. et al. Self-recorded heart rate variability profiles are associated with health and lifestyle markers in young adults. *Clin Auton Res.* 2022;32(6):507-518. doi:10.1007/s10286-022-00884-z
28. GRGIC, Jozo et al. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 15, n. 1, p. 11, 2018.
29. GRGIC, Jozo; MIKULIC, Pavle. Efeitos da cafeína na taxa de desenvolvimento de força: uma meta-análise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* , v. 32, n. 4, p. 644-653, 2022.

30. GUEST, Nanci S. et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 18, n. 1, p. 1, 2021.
31. HACK, Brian, et al. Effect of Guarana (*Paullinia cupana*) on Cognitive Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, v. 15, n. 2, p. 434, 2023. <https://doi.org/10.3390/nu15020434>.
32. HALLER, Christine A.; JACOB III, Peyton; BENOWITZ, Neal L. Short-term metabolic and hemodynamic effects of ephedra and guarana combinations. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, v. 77, n. 6, p. 560-571, 2005.
33. HARTLEY, Terry R.; LOVALLO, William R.; WHITSETT, Thomas L. Efeitos cardiovasculares da cafeína em homens e mulheres. *The American Journal of Cardiology*, v. 93, n. 8, p. 1022-1026, 2004.
34. HASKELL, C.F.; KENNEDY, D.O.; WESNES, K.A.; MILNE, A.L.; SCHOLEY, A.B. A double-blind, placebo-controlled, multi-dose evaluation of the acute behavioural effects of guaraná in humans. *Londres: Journal of Psychopharmacology*. 21(1):65–70, 2007. DOI: 10.1177/0269881106063815
35. HAUSSWIRTH, Christophe; LE MEUR, Yann. Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: specific recommendations for female athletes. *Sports Medicine*, v. 41, p. 861-882, 2011.
36. HECKMAN, Melanie A.; WEIL, Jorge; DE MEJIA, Elvira Gonzalez. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *Journal of food science*, v. 75, n. 3, p. R77-R87, 2010.

37. HENMAN, A. R. Vida Natural-O guaraná: sua cultura, propriedades, formas de preparação e uso. Global/Ground,, v. 77, 1986.
38. IBGE, 2019. Available at: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Access in February 20, 2024.
39. JAVORKA, M. et al. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 35, p. 991-1000, 2002.
40. KARAYIGIT, Raci et al. Effects of different doses of caffeinated coffee on muscular endurance, cognitive performance, and cardiac autonomic modulation in caffeine naive female athletes. Nutrients, v. 13, n. 1, p. 2, 2020.
41. KENNEDY, David O. et al. Improved cognitive performance in human volunteers following administration of guarana (Paullinia cupana) extract: comparison and interaction with Panax ginseng. Pharmacology Biochemistry and Behavior, v. 79, n. 3, p. 401-411, 2004.
42. KENNEDY, David O. et al. Improved cognitive performance and mental fatigue following a multi-vitamin and mineral supplement with added guaraná (Paullinia cupana). Appetite, v. 50, n. 2–3, p. 506–513, 2008.
43. KENNEDY, Michael. Effects of theophylline and theobromine on exercise performance and implications for competition sport: A systematic review. Drug Testing and Analysis, v. 13, n. 1, p. 36-43, 2021.
44. KOENIG, Julian et al. Impact of caffeine on heart rate variability: a systematic review. Journal of Caffeine Research, v. 3, n. 1, p. 22-37, 2013.

45. KLISZCZEWICZ, Brian et al. The influence of citrus aurantium and caffeine complex versus placebo on the cardiac autonomic response: a double blind crossover design. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 15, n. 1, p. 34, 2018.
46. LÓPEZ-GONZÁLEZ, Luis M. et al. Acute caffeine supplementation in combat sports: a systematic review. *Journal of the international society of sports nutrition*, v. 15, n. 1, p. 60, 2018.
47. LOPES-SILVA, João Paulo et al. Caffeine ingestion increases estimated glycolytic metabolism during taekwondo combat simulation but does not improve performance or parasympathetic reactivation. *PLoS one*, v. 10, n. 11, p. e0142078, 2015.
48. MARAVALHAS, N. Casca de guarana-materia prima para cafeina: metodo industrial de extracao. MARAVALHAS, N. Estudos sobre o guarana e outras plantas produtoras de cafeina. Manaus: INPA, 1965. p. 5-11 (INPA. Quimica, 10), 1965.
49. MICHAEL, Scott; GRAHAM, Kenneth S.; DAVIS, Glen M. Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals—a review. *Frontiers in physiology*, v. 8, p. 301, 2017.
50. MIELGO-AYUSO, Juan, et al. "Effect of caffeine supplementation on sports performance based on differences between sexes: a systematic review." *Nutrients* 11.10 (2019): 2313.
51. NEHLIG, Astrid; DAVAL, Jean-Luc; DEBRY, Gérard. Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects. *Brain research reviews*, v. 17, n. 2, p. 139-170, 1992

52. NELSON, Michael T.; BILTZ, George R.; DENGEL, Donald R. Cardiovascular and ride time-to-exhaustion effects of an energy drink. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 11, p. 1-7, 2014.
53. NISHIJIMA, Yasufumi et al. Influence of caffeine ingestion on autonomic nervous activity during endurance exercise in humans. *European journal of applied physiology*, v. 87, p. 475-480, 2002.
54. OLIVEIRA, Eneida Regina Nascimento. Características morfofisiológicas e bioquímicas de clones de guaraná *Paullinia cupana* Kunt. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke cultivados sob plantio comercial na Amazônia. 2010.
55. OPALA, T. et al. Efficacy of 12 weeks supplementation of a botanical extract-based weight loss formula on body weight, body composition and blood chemistry in healthy, overweight subjects-a randomised double-blind placebo-controlled clinical trial. *European journal of medical research*, v. 11, n. 8, p. 343, 2006.
56. OZORIO, PR da S.; ATROCH, André Luiz; DO NASCIMENTO FILHO, Firmino José. Agro-morphological characterization and genetic diversity of *Paullinia cupana* var. *sorbilis*. 2019.
57. PENNA, Eduardo M. et al. Guarana (*Paullinia cupana*) but not low-dose caffeine improves cycling time-trial performance versus placebo. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, v. 34, n. 1, p. 30-37, 2023.
58. PEÇANHA, Tiago et al. Methods of assessment of the post-exercise cardiac autonomic recovery: A methodological review. *International journal of cardiology*, v. 227, p. 795-802, 2017.

59. PINCOMB, Gwendolyn A. et al. Effects of caffeine on vascular resistance, cardiac output and myocardial contractility in young men. *The American journal of cardiology*, v. 56, n. 1, p. 119-122, 1985.
60. PORTO, Andrey Alves et al. Caffeine intake and its influences on heart rate variability recovery in healthy active adults after exercise: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, v. 32, n. 5, p. 1071-1082, 2022.
61. POMPORTES, Laura, et al. Effects of Carbohydrate, Caffeine, and Guarana on Cognitive Performance, Perceived Exertion, and Shooting Performance in High-Level Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 14, n. 5, p. 576-582, 2019.
62. POMPORTES, Laura et al. Cognitive performance enhancement induced by caffeine, carbohydrate and guarana mouth rinsing during submaximal exercise. *Nutrients*, v. 9, n. 6, p. 589, 2017.
63. POMPORTES, Laura, et al. Heart rate variability and cognitive function following a multi-vitamin and mineral supplementation with added guarana (*Paullinia cupana*). *Nutrients*, v. 6, n. 4, p. 1640-1655, 2014.
64. ROBERTSON, David et al. Efeitos da cafeína na atividade da renina plasmática, catecolaminas e pressão arterial. *New England Journal of Medicine*, v. 298, n. 4, p. 181-186, 1978.
65. SALE, C. et al. Metabolic and physiological effects of ingesting extracts of bitter orange, green tea and guarana at rest and during treadmill walking in overweight males. *International Journal of Obesity*, v. 30, n. 5, p. 764-773, 2006.
66. SANTOS, Victor Gustavo Ferreira et al. Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de exercícios intermitentes de alta

- intensidade. ACTA Brasileira do Movimento Humano, v. 3, n. 2, p. 75-89, 2013.
67. T SARGENT, CAGNEY et al. Effects of low dose caffeine on post-exercise heart rate variability: A double-blind placebo-controlled trial. International Journal of Exercise Science, v. 15, n. 2, p. 103, 2021.
68. SARSHIN, Amir et al. The effects of varying doses of caffeine on cardiac parasympathetic reactivation following an acute bout of anaerobic exercise in recreational athletes. Journal of the International Society of Sports Nutrition, v. 17, p. 1-10, 2020.
69. SCHIMPL, Flavia Camila, et al. Guarana: revisiting a highly caffeinated plant from the Amazon. Journal of Ethnopharmacology, v. 28, n. 1, p. 14-31, 2013.
70. SCHOLEY, Andrew et al. Acute effects of different multivitamin mineral preparations with and without guaraná on mood, cognitive performance and functional brain activation. Nutrients, v. 5, n. 9, p. 3589-3604, 2013.
71. SCHWABE, U.; UKENA, D.; LOHSE, M. J. Xanthine derivatives as antagonists at A 1 and A 2 adenosine receptors. Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology, v. 330, p. 212-221, 1985.
72. SHARMA, Vijay Kumar et al. Uma revisão abrangente sobre os potenciais farmacológicos da cafeína. Journal of Applied Pharmaceutical Sciences and Research , v. 6, n. 3, p. 16-26, 2023.
73. SMITS, Paul et al. Evidências de um antagonismo entre cafeína e adenosina no sistema cardiovascular humano. Journal of cardiovascular pharmacology , v. 10, n. 2, p. 136-143, 1987.
74. SONDERMEIJER, Hugo P. et al. Acute effects of caffeine on heart rate variability. American journal of cardiology, v. 90, n. 8, p. 906-907, 2002.

75. SOUTHWARD, Kyle; RUTHERFURD-MARKWICK, Kay J.; ALI, Ajmol. The effect of acute caffeine ingestion on endurance performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, v. 48, p. 1913-1928, 2018.
76. TALIK, Tyler N. et al. Effects of Acute Guarana (*Paullinia cupana*) Ingestion on Mental Performance and Vagal Modulation Compared to a Low Dose of Caffeine. *Nutrients*, v. 16, n. 12, p. 1892, 2024.
77. TARALOV, Z.Z.; TERZIYSKI, K.V.; KOSTIANEV, S.S. Heart Rate Variability as a Method for Assessment of the Autonomic Nervous System and the Adaptations to Different Physiological and Pathological Conditions. *Folia Med (Plovdiv)*. 2015;57(3-4):173-180. doi:10.1515/folmed-2015-0036
78. TARVAINEN, Mika P. et al. Kubios HRV-heart rate variability analysis software. *Computer methods and programs in biomedicine*, v. 113, n. 1, p. 210-220, 2014.
79. TAVARES, Cristiane; SAKATA, Rioko Kimiko. Caféina no tratamento da dor. *Revista brasileira de anestesiologia*, v. 62, p. 394-401, 2012.
80. TORRES, Elizabeth AFS et al. Effects of the consumption of guarana on human health: A narrative review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 21, n. 1, p. 272-295, 2022
81. USHIROBIRA, Tatiana Miura Arantes, et al. Avaliação físico-química de sementes de guaraná secas por diferentes métodos. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 14, p. 15-20, 2004.
82. VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. Basic notions about heart rate variability and its clinical applicability. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, v. 24, p. 205-217, 2009.

83. WHITE, Daniel W.; RAVEN, Peter B. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. *The Journal of physiology*, v. 592, n. 12, p. 2491-2500, 2014.
84. WISNIEWSKI, A. Industrialização do guaraná. Instituto Agrônomo do Norte, Belém, p. 98-99, 1955.



ANEXOS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada: **“EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM GUARANÁ (PAULLINIA CUPANA) SOBRE A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PRÉ E PÓS-EXERCÍCIO: UM ENSAIO CLÍNICO, CRUZADO, TRIPLO CEGO E PLACEBO CONTROLADO”**, a ser realizada junto ao Laboratório de Estudos do Desempenho Humano (LEDEHU) da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A pesquisa é coordenada pelo professor Dr. Mateus Rossato (48) 99685-4353, E-mail: rossato.mateus@gmail.com e pelas mestrandas e Raschelle Ramalho Rosas, (92) 985990395 E-mail: raschellyramalho@gmail.com e Stephany Fernandes da Rocha Rodrigues, (92) 98417-7005, E-mail: stephanyfrr7@gmail.com. Qualquer dúvida, você pode saná-la por telefone (3305-1181, ramal 4090) ou pessoalmente na Universidade Federal do Amazonas, na Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Sala 4.

O objetivo geral da pesquisa será: Avaliar os efeitos da suplementação com cafeína e guaraná (Paullinia Cupana) sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e Parâmetros Hemodinâmicos pré e pós-exercício (protocolo de saltos contínuos (30CJ). Os objetivos específicos serão: Avaliar os efeitos da suplementação com guaraná sobre: a) A resposta da modulação autonômica cardíaca pré e pós-exercício; b) Os índices no domínio do tempo pré e pós-exercício; c) Os parâmetros hemodinâmicos pré e pós-exercício e d) A reativação parassimpática pós-exercício.

Quanto aos benefícios deste estudo, os resultados ajudarão a comunidade acadêmica a entender valiosos sobre os efeitos do guaraná, cafeína e placebo

sobre a variabilidade da frequência cardíaca, contribuindo para o conhecimento científico na área.

Cabe ressaltar que todos os procedimentos abaixo descritos não são invasivos e serão realizados em apenas uma ou mais visitas. Caso você aceite participar do estudo, serão realizados os seguintes procedimentos:

- a) **Protocolo de exercício:** O protocolo de exercício realizado será o teste de 30 segundos de Saltos Contínuos (30CJ) em 3 momentos (guaraná, cafeína e placebo), respeitando um período de 7 dias entre cada avaliação, sempre no mesmo horário do dia. Antes da realização do 30CJ todos os participantes realizarão: a) cinco exercícios de alongamento estático (10s) com ênfase nos membros inferiores; b) um minuto de salto submáximos em cama elástica e c) dez saltos submáximos no solo. O 30CJ consiste em saltos verticais contínuos máximos realizados durante 30s. Os saltos serão realizados com o tronco mantido o mais vertical possível e as mãos apoiadas nos quadris, seguido de uma flexão do joelho em $\sim 90^\circ$ na transição entre as fases excêntrico-concêntrica. Feedback verbal será fornecido ao sujeito durante o teste para incentivá-lo a manter o ângulo do joelho em aproximadamente 90° e desempenho máximo até o final do teste (DAL PUPO et al., 2014). Todos os testes serão realizados sobre uma plataforma de saltos (Elite Jump System®, São Paulo-Brasil).
- b) **Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC):** O registro da VFC será realizado 60 minutos antes do teste de 30CJ por meio da fixação de uma cinta com um cardiofrequencímetro no peito dos participantes (Polar H7 Bluetooth Smart). A transmissão do sinal será feita bluetooth para o aplicativo de celular Elite HRV. Os participantes serão instruídos a permanecerem sentados, com as mãos nas coxas, sem falar ou mover-se, respirando regularmente. Ao final do protocolo de saltos contínuos (30CJ), os participantes serão posicionados novamente sentados e, a VFC será monitorada por 15 minutos.

c) Avaliação dos parâmetros hemodinâmicos: O monitoramento dos parâmetros hemodinâmicos (PAS, PAD e FC) serão realizados de 5 em 5 minutos nos 60 minutos após a suplementação (Cafeína ou Guaraná ou Placebo) e nos 15 minutos pós-exercício com os participantes sentados em uma sala silenciosa sem estímulos externos. A PAS, PAD e FC foram medidos indiretamente por meio do aparelho de pressão digital automático de braço G-Tech BSP11 (Accumed-Glicomed, Brasil). Durante a medição, o paciente permaneceu sentado, com os pés apoiados no chão, dorso recostado na cadeira e palma da mão virada para cima.

c) Suplementação com guaraná/cafeína/placebo: Para cada etapa da pesquisa será fornecido cápsulas moles contendo 500mg. A dosagem de cafeína utilizada (cafeína e guaraná) será de 5 mg/kg de massa corporal nunca excedendo 400 mg. As dosagens de cafeína (25mg) presentes nas cápsulas de cafeína e guaraná (25 mg) serão semelhantes. Além disso, na condição placebo serão preenchidas com celulose microcristalina e será fornecida a mesma quantidade de cápsulas disponibilizadas na condição cafeína e guaraná. Em todas as situações as cápsulas serão ingeridas com água, de maneira sequencial, 60 minutos antes do 30CJ e a duração total da suplementação será de apenas 1 dia por semana.

Antes de assinar este termo, é nosso dever informá-lo que toda pesquisa com seres humanos envolve riscos. De acordo com a Resolução CNS 466/12, item V, toda pesquisa com seres humano envolve riscos em tipos e gradações variadas. Ressalte-se ainda o item II.22 da mesma resolução que define como "Risco da pesquisa - possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente". Dentre os riscos pode-se A administração de guaraná e cafeína pode causar efeitos colaterais, como insônia, nervosismo, palpitações cardíacas e aumento da pressão arterial e embora o placebo seja inofensivo em termos de compostos ativos, alguns participantes podem relatar reações adversas. Essas reações podem ser psicossomáticas, mas devem ser consideradas e monitoradas. Além disso, os testes físico (descrito acima), poderão gerar cansaço e sensação de fadiga, assim como a fixação do cardiofrequencímetro pode causar desconforto ou irritação na pele. No entanto,

esses sintomas cessam em pouco tempo após término dos testes. Caso algum participante venha a sentir-se mal em decorrência do esforço físico, será atendido pelas pesquisadoras, para procedimentos iniciais. Se houver a necessidade, a equipe de pesquisa conduzirá o participante ao serviço de pronto atendimento mais próximo ou acionará o SAMU.

Caso você sinta algum desses problemas durante as etapas de coleta, você deverá informar imediatamente, e será acompanhado por uma das pesquisadoras responsáveis até o pronto atendimento da rede pública mais próximo, todos os possíveis gastos médicos e outras despesas que estejam associadas a pesquisa serão custeados pelo pesquisador responsável pela pesquisa.

Vale ressaltar que a unidade de saúde utiliza todos os cuidados preconizados pelo Ministério da Saúde para evitar o contágio da COVID-19 e proteção dos grupos vulneráveis como, por exemplo, o uso obrigatório de máscaras e disponibilização de álcool em gel 70% na porta de entrada, abordagem inicial para triagem de sintomas gripais e utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) pelos profissionais e pelo pesquisador deste estudo.

Caso a pesquisa lhe cause danos diretos/indiretos e imediatos/tardios, você terá direito garantido a indenização financeira, cobertura material e assistência integral pelo tempo que for necessário para que seja feito o reparo causado pela pesquisa. Salienta-se que os itens ressarcidos não são apenas aqueles relacionados a "transporte" e "alimentação", mas a tudo o que for necessário. Está assegurado o seu direito a pedir indenizações e cobertura material para reparação a dano causado pela pesquisa.

Você tem garantia de plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que recebe no serviço.

Você tem garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

Qualquer dúvida em relação aos aspectos éticos apresentados neste termo poderá ser sanada por telefone (3305-1181, ramal 2004), e-mail (cep.ufam@gmail.com) ou pessoalmente (Laboratório de Estudos do Desempenho Humano (LEDEHU) da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF) da Universidade Federal do Amazonas - UFAM) junto ao Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas. O Comitê de Ética e Pesquisa é um colegiado que deve existir em todas as instituições que realizam pesquisa no Brasil criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa, sendo responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

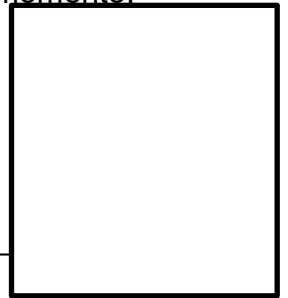
Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será elaborado em duas VIAS, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, devendo as páginas de assinaturas estarem na mesma folha.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão informadas por mim e realizadas em mim.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome do participante: _____



Assinatura do pesquisador responsável _____

Manaus, ____/____/____.